

SÉRIE A, N° 3117

N° D'ORDRE :
3989

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Louis DAUZIER

1^{re} THÈSE

PHYSIOLOGIE DU DÉPLACEMENT DES SPERMATOZOÏDES DANS LES VOIES GÉNITALES FEMELLES CHEZ LA BREBIS ET LA VACHE

2^e THÈSE

Propositions données par la Faculté.

Soutenues le 17 9 NOV 1958 devant la Commission d'Examen :

MM. GRASSÉ. . Président

JOST {
DEVILLERS } Examineurs

ANNALES DE
L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppeler - Paris-16^e

1958

SÉRIE A, n° 3117

N° D'ORDRE :

3989

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Louis DAUZIER

1^{re} THÈSE

PHYSIOLOGIE DU DÉPLACEMENT DES SPERMATOZOÏDES DANS LES VOIES GÉNITALES FEMELLES CHEZ LA BREBIS ET LA VACHE

2^e THÈSE

Propositions données par la Faculté.

Soutenues le

devant la Commission d'Examen :

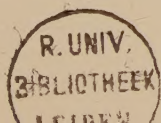
MM. GRASSÉ. . *Président*

JOST
DEVILLERS } *Examineurs*

ANNALES DE
L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler - Paris-16^e

1958



FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PROFESSEURS

Doyen J. PÉRÈS.

G. JULIA	T	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.	TRILLAT	T	Microscopie et diffr. électro-nique.
FOCH	T	Mécanique physique et expérimentale.	WIEMANN	T	Chimie organique et structurale.
PAUTHENIER	T	Electrotechnique générale.	JACQUINOT	T	Spectroscopie et Physique céleste.
DE BROGLIE	T	Théories physiques.	VASSY		Physique de l'atmosphère.
PRENANT	T	Anatomie et Histologie comparées.	DESTOUCHES		Théories physiques.
GARNIER	T	Géométrie supérieure.	M. PRUVOST	T	Géologie.
PÉRÈS	T	Mécanique des fluides et applications.	AMIEL	T	Chimie (P. C. B.).
LAUGIER	T	Physiologie générale.	HOCART	T	Minéralogie.
M. CURIE	T	Physique (P. C. B.).	COUTEAUX	T	Biologie animale (P. C. B.).
BARRABÉ	T	Géologie structurale et Géologie appliquée.	MAY	T	Biologie animale (P. C. B.).
G. DARMOIS	T	Calcul des probabilités et Physique mathématique.	CHOQUET	T	Calcul différentiel et intégral.
Jacques BOURCART	T	Géographie physique et Géologie dynamique.	FELDMANN	T	Biologie (P. C. B.).
PLANTEFOL	T	Botanique.	GUINIER	T	Physique (P. C. B.).
GRASSÉ	T	Évolution des êtres organisés.	JOST	T	Biologie (P. C. B.).
PRÉVOST	T	Chimie organique.	FORTET	T	Calcul des probabilités.
BOULIGAND	T	Application de l'analyse à la Géométrie.	SCHWARTZ	T	Méth. Mathém. de la physique.
CHAUDRON	T	Chimie appliquée.	CHOUARD	T	Physiologie végétale.
WYART	T	Minéralogie.	MALAVARD	T	Aviation.
TEISSIER	T	Zoologie.	BRELOT	T	Calcul différentiel.
MANGENOT	T	Biologie végétale.	NORMANT	T	Chimie (P. C. B.).
P. AUGER	T	Physique quantique et relativité.	BENARD	T	Chimie (P. C. B.).
MONNIER	T	Physiologie des fonctions,	BUVAT		Botanique (E. N. S.).
PIVETEAU	T	Géologie.	DUGUÉ	T	Statistiques mathématiques.
ROCARD	T	Physique (E. N. S.).	GOLOSO	T	Chimie (S. P. C. N.)
H. CARTAN	T	Mathématiques (E. N. S.).	SOULAIRAC	T	Psychophysiologie.
LAFFITTE	T	Chimie générale.	ULRICH	T	Physiologie végétale.
FAVARD	T	Mécanique générale.	MARÉCHAL	T	Optique théorique et appliquée.
COULOMB	T	Physique du Globe.	KIRRMANN	T	Théories chimiques.
M ^{lle} COUSIN	T	Biologie animale (P. C. B.).	CHADEFAUD		Botanique.
CHRÉTIEN	T	Chimie minérale.	DESTRIAU	T	Physique (M. P. C.).
P. DRACH	T	Zoologie.	M ^{lle} LE BRETON	T	Physiologie générale.
KASTLER	T	Physique.	SALEM	T	Mathématiques générales.
EPHROSSI	T	Génétique.	LELONG	T	Mathématiques générales.
WURMSER	T	Biologie physico-chimique.	DEVILLERS		Anatomie et Histologie comparées.
RIVIÈRE	T	Géologie (S. P. C. N.).	EHRSMANN	T	Topologie algébrique.
GAUTPERET	T	Biologie végétale (P. C. B.).	FRANÇON		Physique (M. P. C.).
LUCAS	T	Recherches physiques.	GLANGEAUD	T	Géographie physique et géologie dynamique.
A. THOMAS	T	Biologie cellulaire.	GODEMENT	T	Mathématiques (M. P. C.).
ARNULF	T	Optique appliquée.	PISOT	T	Calcul des Probabilités.
MAX MORAND	T	Enseignement de physique.	E. ROCH	T	Géologie.
SOLEILLET	T	Physique.	SCHATZMANN		Astrophysique.
FORTIER	T	Mécanique expérimentale des fluides.	TERMIER	T	Paléontologie stratigraphique.
DANJON	T	Astronomie.	ZAMANSKY	T	Mathématiques générales.
LAPORTE	T	Physique générale et Radio-activité.	JOLIOT	T	Physique nucléaire et Radio-activité.
JANET	T	Mécanique analytique et Mécanique céleste.	LENNUIER		Physique (P. C. B.).
PETIT	T	Biologie maritime.	RIZET		Génétique.
QUENEY	T	Météorologie et Dynamique atmosphérique.	M ^{me} TONNELAT		Théories physiques.
GALLIEN	T	Embryologie.	DIXMIER		Mathématiques (M. P. C.).
EICHORN	T	Biologie végétale (P. C. B.).	SOUCHAY		Chimie (P. C. B.).
DE CUGNAC	T	Biologie végétale (P. C. B.).	AIGRAIN		Physique (P. C. B.).
M ^{lle} CAUCHOIS	T	Chimie-Physique.	BRUSSET		Chimie (P. C. B.).
THELLIER	T	Physique du Globe.	M. LEVY		Physique théorique.
L'HÉRITIER	T	Génétique.	LENORMANT		Physiologie.
GRIVET	T	Radioélectricité.	M ^{me} CHAIX		Chimie biologique.
PONCIN	T	Mécanique des fluides.	M ^{me} HUREL-PY		Biologie végétale (P. C. B.).
DUBREIL	T	Arith. et théorie des nombres.	PIAUX		Chimie (P. C. B.).
QUELET	T	Chimie organique.	BRUN		Méc. exper. des fluides.
CAGNIARD	T	Géophysique appliquée.	LEDERER	T	Chimie biologique.
CHAMPETIER	T	Chimie macromoléculaire.	M ^{me} DUBREIL	T	Mathématiques.
CUVILLIER	T	Géologie structurale et Géologie appliquée.	M ^{me} LE LONG	T	Mathématiques (E. N. S.).
JUNG	T	Pétrographie.	BELLAIR	T	Géologie (S. P. C. N.).
			COTTE	T	Physique (M. P. C.).
			DUBOIS J. E.	T	Chimie.
			LAMOTTE		Zoologie.
			MICHEL	T	Chimie (P. C. B.).
			OLMER	T	Energétique générale.
			ROUAULT	T	Physique (S. P. C. N.).
			GAUTIER	T	Mécanique appliquée.

Secrétaire général C. MONIER

**PHYSIOLOGIE DU DÉPLACEMENT DES SPERMATOZOÏDES
DANS LES VOIES GÉNITALES FEMELLES
CHEZ LA BREBIS ET LA VACHE**

Ce travail a été commencé à la Bergerie Nationale de Rambouillet, dont je tiens à remercier le Directeur, et mené à bien à la Station de Physiologie Animale du Centre National de Recherches Zootechniques, à Jouy-en-Josas, sous l'autorité de M. THIBAUT, Directeur de cette station auquel j'exprime ma gratitude.

Ce travail expérimental a nécessité beaucoup d'animaux et des moyens matériels relativement importants. Je tiens à remercier tout particulièrement la direction de l'I. N. R. A. qui, comprenant la nécessité des recherches physiologiques fondamentales sur nos Mammifères domestiques en vue d'une amélioration ultérieure de leur fertilité, n'a pas hésité à soutenir ces recherches et à me donner les moyens nécessaires pour que le nombre d'animaux mis en œuvre autorise des conclusions certaines.

Je remercie également mes camarades de la Station de Physiologie Animale, et particulièrement M^{me} TORRES-WINTENBERGER pour la partie de ce travail effectué en commun ; enfin la valeur de ce travail tient en partie à la collaboration technique intelligente et dévouée de M^{lle} E. CALLANQUIN.

PHYSIOLOGIE DU DÉPLACEMENT DES SPERMATOZOÏDES DANS LES VOIES GÉNITALES FEMELLES CHEZ LA BREBIS ET LA VACHE

PAR

L. DAUZIER

Station de Recherches de Physiologie animale
Centre national de Recherches zootechniques
Jouy-en-Josas.

INTRODUCTION

L'Insémination artificielle chez les animaux domestiques a permis de préciser leur fertilité dans des conditions où les facteurs limitants physiologiques deviennent prépondérants puisque la semence est sélectionnée à partir d'éjaculats de mâles sains et sert à inséminer des femelles qui présentent des cycles œstriens et ont un rut relativement court.

Dans ces conditions on s'aperçoit que ces facteurs jouent un rôle important, puisque le taux réel de fécondité ne dépasse guère 60 p. 100 chez la Vache, ce qui revient à dire qu'il faut en moyenne deux interventions pour que la totalité des femelles saines soient fécondées.

On mesure donc tous les progrès qui pourraient être réalisés par une meilleure connaissance des mécanismes mis en jeu depuis le dépôt de la semence jusqu'à la gestation.

Pour qu'une femelle ait le maximum de chances d'être fécondée il faut donc pratiquer l'insémination à un moment tel que les gamètes mâles puissent se trouver vivants au voisinage de l'œuf peu de temps après sa ponte. Or l'œuf se déplaçant très lentement, les gamètes mâles doivent traverser presque tout le tractus femelle ; nous aurons donc à connaître deux variables :

— la durée de montée des spermatozoïdes, donc les mécanismes physiologiques de leur déplacement ;

— la durée de leur pouvoir fécondant dans les voies femelles.

Mais la fécondation chez les Mammifères s'opère dans des conditions telles que l'analyse des mécanismes mis en jeu pour le rapprochement des gamètes n'a pu être réalisée qu'incomplètement, et sans que des con-

frontations expérimentales suffisantes aient été tentées pour aboutir à une idée claire de leur enchaînement.

De là les contradictions *formelles*, que nous révèle l'analyse de la bibliographie ; qu'il s'agisse de la remontée des spermatozoïdes ou de leur survie dans les voies femelles, les affirmations opposées ne permettent pas de savoir quel en est leur déterminisme physiologique et par conséquent nous interdisent d'en tirer des renseignements susceptibles d'application dans les méthodes d'élevage des animaux domestiques.

Pour des raisons d'économie, nous avons fondé notre étude sur les Ovins, l'étendant aux Bovins quand cela nous a été possible, d'autant que ces problèmes se présentent sous des aspects identiques chez ces deux familles, comme nous avons pu le constater.

CHAPITRE PREMIER

TECHNIQUES UTILISÉES DISCUSSION DE LEURS CONDITIONS D'EMPLOI

I. — ÉTUDE DES TECHNIQUES UTILISÉES ANTÉRIEUREMENT

Les auteurs qui ont étudié la montée des spermatozoïdes dans le tractus génital femelle ont imaginé, pour la recherche des gamètes mâles, des techniques variées adaptées à l'espèce qu'ils étudiaient mais qui peuvent être classées en 4 catégories :

1^o Fragmentation du tractus génital, qui est découpé en petits tronçons dans une solution saline, et recherche des spermatozoïdes parmi les débris cellulaires (LEWIS et WRIGHT, 1935, chez la Souris ; SKATKINE et RUMJANCEWA, 1948, chez la Brebis).

2^o Raclage de l'épithélium interne de l'appareil génital et suspension du produit recueilli dans un milieu physiologique où les spermatozoïdes sont recherchés. C'est la technique qu'ont utilisée YOCHER (1929) chez la Rate ou le Cobaye, QUINLAN, MARE et ROUX (1932) chez la Brebis. AUSTIN (1948) a eu recours à une méthode voisine, chez la Lapine, ainsi que LAING (1944) chez la Vache, en réalisant des frottis, par pression sur des lames, de la muqueuse interne de fragments ouverts.

3^o Perfusion du tractus génital femelle avec une solution physiologique ou de l'eau distillée, soit en se bornant à reconnaître la présence des spermatozoïdes par examen, entre lame et lamelle, de quelques gouttes de perfusat (GREEN et WINTERS, 1935, chez la Brebis ; BLANDAU et MONEY, 1944, chez la Rate), soit en cherchant à apprécier leur densité à l'hématimètre (BLANDAU et ODOR, 1949, chez la Rate ; CHANG, 1951, chez la Lapine).

Chez la Brebis, KELLEY (1937), PHILLIPS et ANDREWS (1937) et SCHOTT et PHILLIPS (1941) étalent sur une lame, une partie du liquide perfusé, tandis que STARKE (1949) recherche les spermatozoïdes dans la totalité du perfusat recueilli sur une lame. BRADEN (1953) procède même avant la numération des spermatozoïdes de Lapin, à un enrichissement du perfusat, par centrifugation dans des tubes siliconés, après addition d'une goutte de détergent.

On peut rapprocher de cette technique de perfusion, la recherche des spermatozoïdes dans les bourses ovariennes de la Furette, par expulsion

de leur contenu sur une lame où les gamètes mâles sont décelés (HAMMOND et WALTON, 1934).

VAN DEMARK et MOELLER (1951) critiquent les techniques des auteurs précédents : le refroidissement du tractus provoquant, selon eux, une coagulation du contenu de la lumière ; aussi, ces chercheurs, après prélèvement de l'appareil génital de la Vache, le maintiennent dans une solution physiologique à 38°C et retirent avec une seringue, le contenu du fragment qu'ils déposent sur une lame dans une goutte de solution saline.

4° *Fistulation utérine*. FLOREY et WALTON (1932) introduisent par une fistule utérine, une pipette humidifiée, avec du Ringer, dans la lumière de l'utérus de la Lapine, et par succion, retirent un échantillon du contenu utérin, tandis que, EVANS (1933) collecte directement le liquide séminal présent dans les cornes utérines de la Chienne au cours du rapprochement sexuel.

Chez la Femme, ces possibilités d'exploration ne pouvant être utilisées, la détection des gamètes mâles se limite généralement au col utérin. Elle est réalisée, selon le test de Simms-Huhner, par aspiration et examen du mucus cervical ; on arrive cependant à explorer l'utérus, par prélèvement fundique au moyen d'une canule dans laquelle on introduit une fine pipette (FERIN, 1948 ; PALMER et RAKOS, 1950).

Ces dernières méthodes bien qu'ayant l'avantage de pouvoir être utilisées *in vivo* ne permettent pas une précision suffisante dans la localisation des spermatozoïdes.

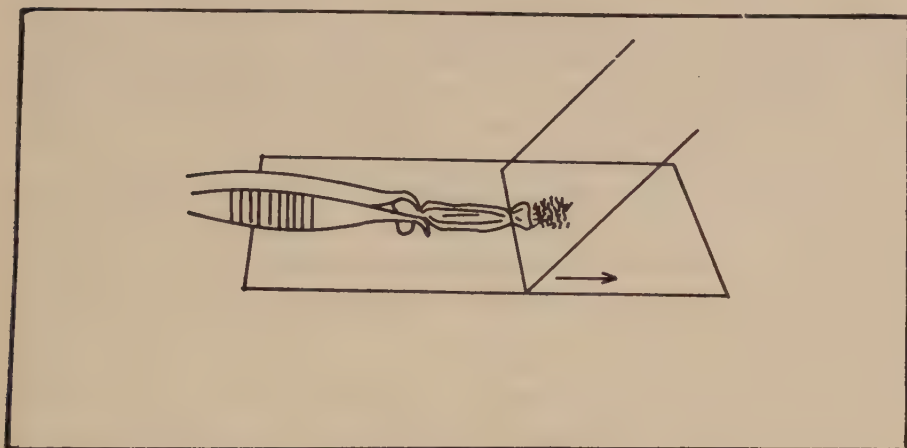
II. — TECHNIQUES UTILISÉES

Dès l'égorgement des animaux, l'appareil génital est prélevé, en prenant le maximum de précautions pour éviter tout apport accidentel de spermatozoïdes. Posé sur une feuille neuve de papier filtre, le tractus est débarrassé des tissus adjacents, puis fractionné avec des ciseaux (chaque paire ne servant qu'une fois) de sa partie ovarienne vers sa partie vaginale, pour arrêter toute progression des spermatozoïdes.

Au niveau des trompes de la Brebis, nous avons choisi pour la recherche des spermatozoïdes, une technique qui permet pour ces régions où les spermatozoïdes sont peu nombreux, d'obtenir leur nombre total par fragment contrôlé : en maintenant au moyen d'une pince, une extrémité du tronçon des trompes à étudier, et, en pressant fortement avec la tranche d'une lame pour histologie, de la partie fixée vers la partie libre, on arrive à expulser tout le contenu de la lumière, ainsi que l'épithélium tubaire interne, sur une lame où ils sont étalés. (Dessin.)

Ces frottis sont faits sur des fragments de 2 mm d'ampoule et 4 mm d'isthme pour que la lecture des frottis, pas trop épais, soit facile et sûre.

Dans ces conditions, tous les spermatozoïdes présents dans la portion étudiée sont récupérés.



Toutefois, pour l'étude expérimentale des mécanismes de la progression des spermatozoïdes, à la jonction utéro-tubaire et, dans les trompes, cette technique n'a pu être utilisée, des spermatozoïdes pouvant être présents par suite d'inséminations localisées, sur la partie externe de ces régions, partie qui risque d'être en contact avec la lame. Dans ces cas, nous avons perfusé des fractions de trompes soigneusement disséquées pour dérouler les anses. Une aiguille émoussée, abouchée avec une seringue pleine d'eau distillée, est introduite dans les trompes, et fortement serrée dans la zone de pénétration, pour éviter tout reflux du liquide de perfusion. L'extrémité libre de la trompe est dirigée avec une pince, au-dessus d'une lame, où le perfusat est collecté. Après dessiccation, la totalité du perfusat est traitée comme les frottis précédents. Pour éviter ou détecter tout apport accidentel de spermatozoïdes en début et fin d'expérience, deux lames témoins sont conduites parallèlement, en y déposant le même volume du liquide utilisé mais, sans perfusion des fragments d'oviducte.

Nous avons également, en prenant la précaution de perfuser sur plusieurs lames successives, utilisé cette technique dans la recherche des spermatozoïdes dans les trompes de Fallope de la Vache, les frottis réalisés par expulsion du contenu tubaire étant épais et difficiles à lire.

Pour les pavillons et l'utérus, nous prélevons sur des tronçons préalablement fendus longitudinalement, une surface constante, avec un tube emporte-pièce, puis effectuons par pression de la surface de la muqueuse sur des lames, trois frottis successifs avec le même fragment, pour obtenir une valeur aussi exacte que possible, du nombre de spermatozoïdes présents.

Les frottis, ainsi réalisés aux différents niveaux du tractus sont fixés

à l'alcool 90°, puis colorés au rose Bengale. Après rinçage par écoulement d'un filet d'eau sur la tranche de la lame, l'absence de décollement des gamètes étant vérifiée sur des lames témoin, les frottis sont séchés puis examinés. La recherche systématique des spermatozoïdes colorés est faite par exploration complète de la lame par bandes horizontales sur la platine d'un microscope (grossissement $\times 60$) ; dans les cas douteux de débris cellulaires ayant une forme voisine des spermatozoïdes une vérification est faite avec le grossissement $\times 300$.

Pour la recherche des spermatozoïdes vivants, nous avons recours à la méthode de SKATKINE et RUMJANCEWA (1948). Pour cela, par grattage avec la tranche d'une lame, nous récupérons des fragments de la muqueuse interne qui sont déposés dans quelques gouttes de sérum physiologique à 37°C pour examen entre lame et lamelle, à l'aide d'un microscope à contraste de phase (oculaire $\times 5,6$; objectif $\times 25$). Pour éviter toute omission, après brassage de quelques gouttes de sérum physiologique déposées et étalées sur la muqueuse utérine, nous en prélevons une certaine quantité, examinée entre lame et lamelle, pour la détection des gamètes mâles vivants éventuellement présents.

III. — VALEUR DES TECHNIQUES UTILISÉES

Des fautes initiales nous ayant montré qu'il faut prendre *des précautions rigoureuses dans le nettoyage et l'utilisation du matériel*, nous n'utilisons qu'une fois les pinces et ciseaux, traités au mélange sulfo-chromique chaud, puis rincés à l'eau courante, pour faire disparaître tout spermatozoïde présent. En outre, nous n'avons recours qu'à de la verrerie et des produits neufs, n'ayant jamais été en contact avec le matériel utilisé couramment au laboratoire. Toutes les fois que ces précautions fondamentales furent délaissées, nos résultats furent erronés comme nous l'a prouvé l'étude des lames témoins.

Indépendamment des précautions prises pendant les manipulations, nous avons vérifié la valeur de nos techniques.

1° Comparaison de plusieurs méthodes au niveau des trompes de Fallope.

a) Nous comparons dans ce but, les nombres de spermatozoïdes trouvés par frottis à ceux obtenus à partir de coupes de 10 μ séries, longitudinales, de fragments préalablement ligaturés aux deux extrémités, et prélevés sur les mêmes oviductes (5 animaux utilisés). Une coloration des coupes à l'hématoxyline permet la détection des spermatozoïdes au microscope (oculaire $\times 5,6$; objectif $\times 25$). Les deux techniques donnent des résultats identiques, la présence ou l'absence de sperma-

tozoïdes étant observées simultanément, ce qui nous a permis d'abandonner les coupes sériées pour le travail de routine, l'étude d'un seul fragment exigeant plusieurs jours de travail à plusieurs personnes.

b) Après avoir dépouillé les résultats obtenus par frottis, et fixé les intervalles de temps entre le coït et le prélèvement du tractus, nécessaires à la présence de gamètes mâles dans l'isthme, nous avons confronté les données des frottis à celles obtenues après la perfusion.

Il ressort du tableau I que les spermatozoïdes sont trouvés dans la même région du tractus, et non plus près de l'ovaire, au même moment par rapport au coït. La technique de perfusion permet toutefois de dénombrer plus de spermatozoïdes dans les trompes, ce qui est normal, puisque le fragment étudié est beaucoup plus long dans ce cas (4-5 cm).

TABLEAU I

Technique	Intervalle Coït-Prélèvement du tractus	Numéro Brebis	Côté	Nombre de spermatozoïdes			
				Sommet des cornes utérines	Zone médiane de l'isthme	Zone sup. Isthme	Zone inf. Ampoule
Perfusion des trompes	4 heures	92	G	0	0	0	0
			D	48	4	0	0
		76	G	8	0	0	0
			D	3	2	0	0
		54	G	60	9	0	0
			D	58	91	0	0
Frottis	4 heures	1431	G	14	0	0	0
			D	53	3	0	0
		1400	G	453	1	0	0
			D	24	0	0	0
		236	G	77	0	0	0
			D	32	0	0	0

2° Nombre de frottis nécessaires pour les pavillons, l'utérus et les cornes utérines.

La numération des gamètes sur les trois frottis successifs réalisés à un même niveau de tractus ayant montré que la troisième lame ne contenait jamais plus de 16 p. 100 du nombre total de spermatozoïdes recueillis sur les trois lames, nous avons conclu, d'une part que la technique de prélèvement par frottis, pour les organes mentionnés, permet d'obtenir une valeur exacte du nombre de spermatozoïdes présents, d'autre part qu'il est pratiquement inutile d'effectuer un troisième frottis pour chaque prélèvement (tableau II).

En outre, les pourcentages du nombre de spermatozoïdes trouvés sur la deuxième lame au nombre de spermatozoïdes comptés sur les deux premières lames, sont répartis autour d'une moyenne de 15,4, leur dis-

tribution étant représentée sur la figure 1. En effectuant un seul frottis avec chaque fragment, on a donc une approximation suffisante du nom-

TABLEAU II

Pourcentage du nombre de spermatozoïdes comptés sur la troisième lame par rapport au nombre de spermatozoïdes comptés sur les 3 lames

9,5 %	9,2 %	0,8 %
7,3 %	9,1 %	1,6 %
4,8 %	3,- %	13,1 %
14,5 %	0,- %	9,8 %
9,2 %	16,- %	5,2 %
5,6 %	8,2 %	
Moyenne = 7,4		
Écart-type = 4,5		

bre de spermatozoïdes présents, d'autant que lorsqu'un ou deux spermatozoïdes seulement sont dénombrés sur le premier frottis, il n'en a jamais été trouvé sur les deuxième et troisième lames.

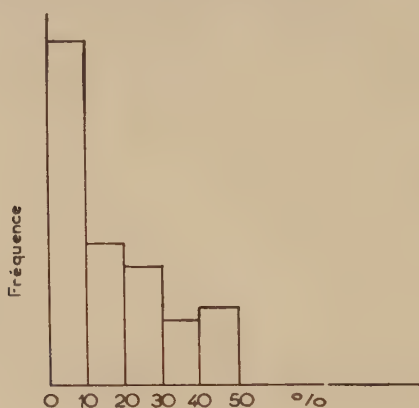


FIG. 1.

L'analyse physiologique de la progression des spermatozoïdes comme nous le verrons, a totalement confirmé la valeur de la méthode des frottis et son exactitude.

CHAPITRE II

LA MONTÉE DES SPERMATOZOÏDES DANS LE TRACTUS GÉNITAL FEMELLE

(Étude chez la Brebis et chez la Vache).

I. — DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

Chez certaines espèces, les auteurs sont unanimes dans l'estimation des durées de montée des spermatozoïdes, soit très brèves, soit très longues, alors que dans d'autres cas, ils aboutissent à des résultats opposés, les progressions quasi-instantanées des spermatozoïdes signalées par les uns, étant contestées par ceux qui trouvent des vitesses de montée beaucoup plus faibles.

Ainsi LEWIS et WRIGHT (1935) ont observé chez la Souris, que les spermatozoïdes atteignent le sommet des trompes en 15 minutes. Chez la Rate, HARTMANN et BALL (1930), GENELL (1932), ROSSMAN (1937), FARIS (1942) signalent que quelques minutes après l'éjaculation, les spermatozoïdes de Rat sont disséminés dans les cornes utérines, BLANDAU et MONEY (1944) constatent qu'à 15 minutes, les spermatozoïdes sont présents dans l'ampoule de 20 % des rates inséminées, de 62 p. 100 à 30 minutes, et de 86 p. 100 à 45 minutes. Ces auteurs n'ont pas étudié de temps inférieur à 15 minutes, alors que pour WARREN (1938) les spermatozoïdes atteignent le sac périovarien en 1 minute et demie.

FLOREY et WALTON (1932) chez le Cobaye, EVANS (1933) chez la Chienne, récupèrent des spermatozoïdes au niveau de fistules utérines aussitôt après le coït. Chez cette dernière espèce, WHITNEY (1927) trouve des gamètes mâles dans les bourses ovariennes, 20 minutes après le début du rapprochement sexuel.

Au contraire, chez le Furet, pour HAMMOND et WALTON (1934) les spermatozoïdes sont au voisinage de l'ovaire 6 heures après le coït. Il en est de même pour la Lapine, puisque, si CHANG (1952) signale une durée de montée des spermatozoïdes de 1 heure, la plupart des auteurs trouvent que les gamètes mâles mettent plusieurs heures pour traverser le tractus génital : 2 h 45 pour HENSEN (1876), 3 heures pour PARKER (1930), 4 heures pour HEAPE (1905), HAMMOND (1934), SAN MARTIN (1951), BRADEN (1953), 6 à 8 heures pour SKATKINE et RUMJANZEWA (1948).

Chez la Brebis, les résultats se contredisent nettement. C'est ainsi que QUINLAN, MARE et ROUX (1932), GREEN et WINTERS (1935), KELLEY (1937) ont évalué la durée de montée à un minimum de 5-6 heures, LOPYRIN et LOGINOVA (1939) à 8 h 40 mn, tandis que PHILLIPS et ANDREWS (1937) estiment que, dans la plupart des cas, les spermatozoïdes atteignent le pavillon en moins de 30 minutes. SCHOTT et PHILLIPS (1941), STARKE (1949) approuvent les conclusions de ces auteurs, et admettent qu'en moins de 20 minutes (à partir de 6 minutes, STARKE, 1949), il est possible de retrouver des spermatozoïdes dans la partie terminale des trompes.

Espèce	Auteurs		Durée de montée des spermatozoïdes		Niveau du tractus génital femelle atteint par les spz.
			minutes	heures	
Souris	Lewis, Wright	1935	15 mn		Partie supér. Trompes Fallope
Rate	Hartman, Ball	1930	quelques minutes		Cornes utérines
	Rossman	1937			
	Faris	1942			
	Blandau, Money	1944	15 mn		Ampoule Sac périovarien
	Warren	1938	1 mn 30 s		
Lapine	Skatkine, Rumjancewa	1948		6 — 8 h.	Partie supér. Trompes Fallope
	Heape	1905			
	Hammond	1934		4 heures	<i>idem</i>
	San Martin	1951			
	Braden	1953			
	Parker	1930		3 heures	<i>idem</i>
	Hensen	1876		2 h 45 mn	<i>idem</i>
	Chang	1952		1 heure	<i>idem</i>
	Floreys, Walton	1932	20 mn		Cornes utérines
Brebis	Lopyrin, Loginova	1939		8 h 40 mn	Partie supér. Trompes Fallope
	Quinlan, Mare, Roux	1932			
	Green, Winters	1935		5 heures	<i>idem</i>
	Kelley	1937			
	Phillips, Andrews	1937	30 mn		<i>idem</i>
	Schott, Phillips	1941	20 mn		<i>idem</i>
	Starke	1949	6 mn		<i>idem</i>
Vache	Brewster, May, Cole	1940		5 h 30 mn	<i>idem</i>
	Beschlebov	1938		4 heures	<i>idem</i>
	Van Demark, Moeller	1951	2 mn 30 s		<i>idem</i>

On relève des contradictions aussi nettes chez la Vache. Pour BESCHLEBNOV (1938), les premiers spermatozoïdes atteignent l'ampoule 4 heures après l'accouplement ; de même BREWSTER, MAY et COLE (1940) signalent des durées voisines de 5 h 30 chez la Vache et 4 h 25 chez la Génisse, tandis que VAN DEMARK et MOELLER (1951) les trouvent dans la partie supérieure des trompes dès deux minutes et demie après le coït.

II. — RECHERCHES PERSONNELLES

1^o Étude chez la Brebis.

a) **Vitesse de montée des spermatozoïdes de Bélier.** — 27 Brebis ont été accouplées dès l'apparition des chaleurs et 35 autres vers la fin de celles-ci (Brebis de races Ile-de-France, 37 ; Solognottes, 14 ; Berrichonnes du Cher, 6 ; Mérinos de Rambouillet, 5).

Les résultats obtenus en début de rut, sont présentés dans le tableau III quand l'intervalle entre le coït et le prélèvement est inférieur ou égal à 1 heure, et dans le tableau IV pour les intervalles supérieurs.

On constate que les spermatozoïdes sont parvenus au milieu du col de l'utérus 15 minutes après l'accouplement et ont franchi le cervix en 30 minutes. Le sommet des cornes utérines est atteint au bout de 2 heures chez 2 brebis sur 3 et de 1 heure dans un seul cas.

La montée des spermatozoïdes dans les oviductes est plus lente, on en trouve au milieu de l'isthme à partir de 6 heures et au milieu de l'ampoule à partir de 8 heures.

Des vitesses de montée plus grandes, du moins dans la partie cervico-utérine, ont été obtenues avec les Brebis accouplées vers la fin des chaleurs (tableaux V et VI).

En effet, le cervix est franchi en 30 minutes et dans un cas, il l'est même 15 minutes après le coït. Les spermatozoïdes sont présents au sommet des cornes, chez 2 des 6 Brebis abattues, 30 minutes (l'une) et 1 heure (l'autre), après l'accouplement, mais ils n'atteignent jamais le milieu de l'isthme avant 4 heures et le pavillon avant 9 heures.

Sur les figures 2 et 3, où l'abscisse représente les heures et l'ordonnée les longueurs parcourues par les spermatozoïdes (la longueur moyenne du tractus de l'extrémité postérieure du cervix au pavillon étant de 38 cm), on porte les valeurs qui indiquent le niveau atteint par les spermatozoïdes.

La dispersion des points pour les Brebis abattues en début et en fin de rut, montre une grande variabilité individuelle. C'est ainsi que les spermatozoïdes atteignent le sommet des cornes utérines respectivement entre 9 heures et 13 heures après l'accouplement chez 5 Brebis accouplées en début de rut, et entre 9 heures et 12 heures chez 4 Brebis abattues en fin de rut.

Malgré cette grande variabilité, la corrélation entre les distances parcourues par les spermatozoïdes et le temps est de 0,72 et de 0,78 lorsque le coït a lieu en début et fin de rut.

Les coefficients de régression ont des valeurs significatives et égales

TABLEAU III

Numéro Brebis	Race	I	Cervix			Uterus	Cornes			Bas Ist.	Milieu Isthme	Côté
			Entrée	Milieu	Sortie		Bas	Mil.	Som.			
126	Ile-de-France	15 m	∞	2 500	0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	G D
135	Ile-de-France	15 m	∞	1	0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	G D
2	Berri- chonne	15 m	∞	1	0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	G D
143	Ile-de-France	30 m	∞	∞	832	1 5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	G D
1400 bis	Solognote	30 m	∞	304	1	1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	G D
020	Berri- chonne	30 m	∞	100	0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	G D
97	Ile-de-France	60 m	∞	0	0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	G D
1052	Solognote	60 m	∞	∞	467	34 96	19 31	22 61	1 0	0 0	0 0	G D
175	Ile-de-France	60 m	∞	5	0	0 2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	G D

I = Intervalle entre l'accouplement et le prélèvement du tractus génital.

∞ = Nombre de spermatozoïdes $\geq 5\ 000$.

TABLEAU IV

Numéro Brebis	Race	I	Uterus	Cornes			Mil. Ist.	Mil. Amp.	Pavillon	Côté
				Bas	Mil.	Som.				
1 421	Solognote	2 h	61	535 151	258 307	5 993 2 630	0 0	0 0	0 0	G D
1 411	Solognote	2 h	2 783	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	G D
107	Ile-de-France	2 h	10	1 0	0 0	2 1	0 0	0 0	0 0	G D
68	Berrichonne	6 h	68	3 25	13 39	12 178	3 0	0 0	0 0	G D
1 409	Solognote	6 h	3 000	253 1 680	564 4 300	1 006 ∞	0 2	0 0	0 0	G D
1 401	Solognote	6 h	160	62 43	170 185	258 1 200	13 3	0 0	0 0	G D
1 062	Solognote	8 h	230	439 500	872 92	495 535	2 1	0 0	0 0	G D
1 057	Solognote	8 h	280	24 34	52 11	500 163	3 0	1 0	0 0	G D
1 419	Solognote	9 h	∞	2 331 513	1 806 202	2 739 924	0 2	2 0	0 0	G D
125	Ile-de-France	12 h	61	1 5	8 2	58 38	1 0	0 0	0 0	G D
134 bis	Berrichonne	12 h		36 54	70 31	16 20	0 0	0 1	0 0	G D
141	Ile-de-France	13 h		299 59	8 26	62 204	0 2	0 0	0 0	G D
124	Ile-de-France	14 h	204	51 19	4 36	62 0	17 0	0 0	0 0	G D
188	Ile-de-France	14 h	550	109 31	1 785 230		9 243	1 5	0 1	G D

(1,4), la régression n'étant toutefois pas linéaire. Les vitesses moyennes de montée des spermatozoïdes qu'expriment ces coefficients sont donc

TABLEAU V

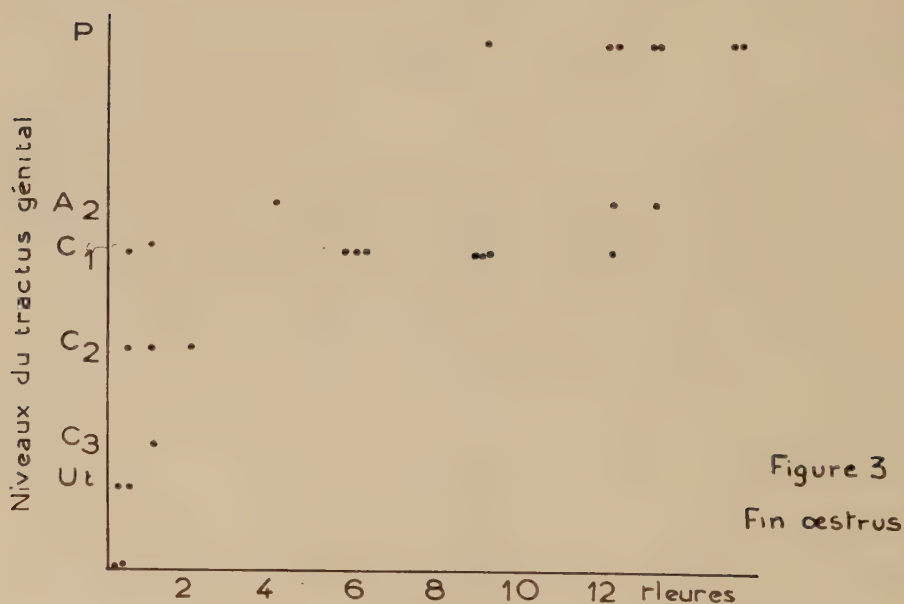
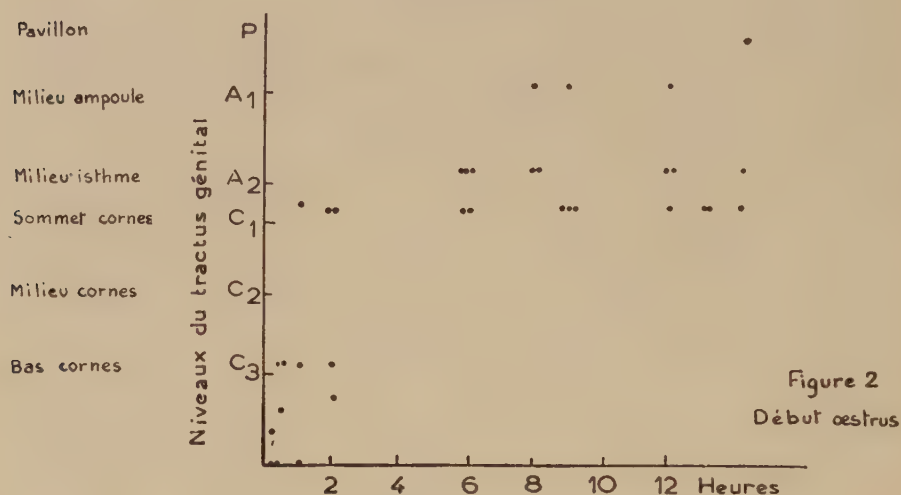
Numéro Brebis	Race	I	Cervix		Utérus	Cornes			Isthme		Côté
			Entrée	Sortie		Bas	Mil.	Som.	Bas	Mil.	
1414	Solognote	15 m	∞	1815	43	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	G D
168	Ile-de-France	30 m	∞	3	0	0 0	2 0	0 0	0 0	0 0	G D
289	Mérinos Rambouillet	30 m	∞	251	2	0 2	0 0	0 2	0 0	0 0	G D
155	—	30 m	∞	364	2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	G D
182	—	60 m	∞	3000	2686	10 13	1 5	0 0	0 0	0 0	G D
178	—	60 m	∞	677	45	15 1	18 2	35 1	3 0	0 0	G D
102	—	60 m	∞	384	12	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	G D

TABLEAU VI

Numero Brebis	Race	I	Utérus	Cornes			Mil. Isth.	Mil. Amp.	Pavillon	Côté
				Bas	Mil.	Som.				
154	Ile-de-France	2 h	78	19 2	33 0	0 0	0 0	0 0	0 0	G D
1431	Solognote	4 h	76	42 101	196 73	14 53	0 3	0 0	0 0	G D
176	Ile-de-France	6 h	2215	190 103	118 107	7 38	0 0	0 0	0 0	G D
172	Ile-de-France	6 h	1271	386 501	33 106	5 91	0 0	0 0	0 0	G D
71	Berrichonne	9 h	887	109 342	788 1295	1966 5212	8 0	1 0	6 0	G D
152	Ile-de-France	9 h	314	118 403	48 1810	298 2702	0 0	0 0	0 0	G D
151	Ile-de-France	12 h	∞	396 384	28 593	2209 496	1 440	2 0	2 0	G D
160	Ile-de-France	12 h		1177 ∞	546 1361	300 ∞	431 16	1 1	2 3	G D
187	Ile-de-France	12 h	∞	286 113	161 817	4393 ∞	0 5	0 0	0 0	G D
198	Ile-de-France	13 h		79 82	95 379	101 195	101 19	37 19	8 4	G D
169	Ile-de-France	13 h	∞	1015 108	372 672	65 8	29 8	0 0	0 0	G D
244	Mérinos	13 h	3150	141 304	122 256	73 81	3 10	3 10	10 12	G D
80	Berrichonne	15 h	44	3 111	1 41	443 720	0 0	0 0	1 0	G D

indépendantes du moment des chaleurs. Si les spermatozoïdes atteignent plus vite l'isthme et le pavillon en fin de rut, bien que les vitesses moyennes de progression soient identiques, c'est donc que certains facteurs peuvent

retarder plus ou moins cette remontée, aussitôt après l'accouplement ; on doit penser que c'est le cervix qui peut faciliter ou retarder, au départ, la progression des spermatozoïdes.



b) **Preuve expérimentale.** — Bien que nous étant assurés de la valeur de nos techniques, nous avons tenu à recouper ces résultats avec ceux obtenus par ligature du tractus génital de la Brebis, selon une technique utilisée chez la Lapine par ADAMS (1956) et GREENWALD (1956).

Une seule trompe est ligaturée, la deuxième servant de témoin. Nous opérons par laparotomie sous anesthésie au chloral, qui, comme nous le verrons dans notre étude sur le mécanisme physiologique de la montée des spermatozoïdes dans les voies femelles, n'empêche pas la progression des spermatozoïdes dans les cornes utérines et les trompes de Fallope de Brebis abattues quelques heures après l'intervention chirurgicale.

Les ligatures sont faites à différents niveaux des tractus génitaux, à des intervalles de temps par rapport au coït, légèrement inférieurs à la durée minimum de remontée des gamètes mâles estimée, d'après les résultats précédents, jusqu'à la zone ligaturée.

Dans ces conditions, les œufs récupérés, chez les Brebis abattues 3 jours après l'opération, doivent être fécondés du côté témoin et dégénérés du côté ligaturé, résultat que nous avons vérifié (tableau VII).

TABLEAU VII

Zone de ligature	Temps minimum au bout duquel des spz ont été dénombrés dans cette zone	Intervalle entre le coït et la ligature	Nombre brebis utilisées	Nombre de brebis ayant des œufs fécondés		Nombre moyen par œuf de spz présents dans la zone pellucide	
				Côté ligaturé	Côté témoin	Côté ligaturé	Côté témoin
Bas de l'isthme.	1 heure	1 heure	3	1	3	0	69
Bas de l'isthme.	1 heure	30 min.	4	0	3	0	166
Milieu de l'isthme	4 heures	2 h. 30 m.	4	0	3	0	8
Milieu de l'ampoule	8 heures	6 heures	4	0	3	0	6

Dans un seul cas, une fécondation a été obtenue, mais la ligature avait été réalisée au bas de l'isthme, 1 heure après le coït, moment où nous avons également dénombré des spermatozoïdes par frottis dans la même zone.

Des numérations de spermatozoïdes, ayant pénétré dans la membrane pellucide des œufs fécondés ou dégénérés, ont prouvé (tableau VII) que, du côté ligaturé, les œufs n'avaient été atteints par aucun gamète mâle, ce qui confirme les résultats obtenus par frottis et perfusion, sur la vitesse de progression des spermatozoïdes. Le petit nombre de spermatozoïdes présents dans les œufs de brebis corrobore les observations d'ADAMS (1956) chez la Lapine et prouve que chez la Brebis un petit nombre de spermatozoïdes seulement progressent dans les trompes de Fallope.

c) **Nombre de spermatozoïdes aux différents niveaux du tractus génital.** — L'étude de la vitesse de progression des spermatozoïdes ne nous fournit aucune donnée quantitative ; or, il est intéressant de connaître en fonction du temps, le nombre de gamètes mâles présents aux différents niveaux du tractus génital.

D'après les tableaux III, IV, V, VI, il y a de très grandes variations mises en évidence sur la figure 4, où l'ordonnée exprime la racine carrée du nombre (N) de spermatozoïdes trouvés dans la région du tractus génital indiqué en abscisse.

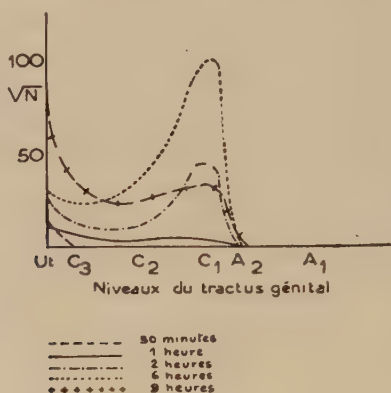


FIG. 4.

30 minutes après le coït, la plus grande quantité de spermatozoïdes se trouve dans l'utérus, leur nombre diminue en remontant vers le sommet des cornes.

A 2, 6, 9 et 12 heures, les courbes accusent un sommet en C1, qui correspond à une accumulation des spermatozoïdes à l'extrémité supérieure des cornes utérines. La pente brusque de la courbe entre C1 et A2 (milieu de l'isthme) montre que seuls quelques spermatozoïdes progressent dans les trompes de Fallope.

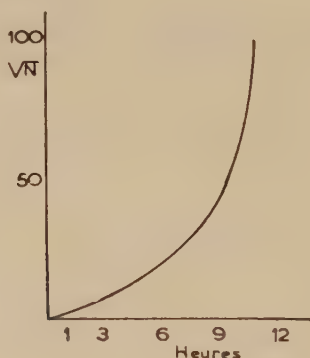


FIG. 5.

Dans un autre ordre d'idées, la figure 5 prouve que le nombre total de spermatozoïdes présents dans les cornes augmente jusqu'à 12 heures.

Néanmoins, les nombres de spermatozoïdes indiqués dans les tableaux III, IV, V, VI, montrent qu'il ne pénètre dans l'utérus et les cornes, qu'un faible pourcentage de la multitude (de l'ordre du milliard)

de spermatozoïdes éjaculés dans le vagin, compte tenu de la proportion de la surface utérine prélevée (environ le 1/100 de la surface totale). Le cervix constituerait donc un obstacle à la remontée des spermatozoïdes et limiterait le nombre total de spermatozoïdes qui progressent dans le tractus, ce qui expliquerait pour une grande part, les variations, en valeur absolue, du nombre de spermatozoïdes trouvés en un même point du tractus chez des Brebis abattues à des temps comparables, variations qui apparaissent sur les tableaux III, IV, V et VI. On ne peut en effet imputer ces variations à des différences de la motilité du sperme et à des variations du nombre de spermatozoïdes anormaux, les contrôles du sperme effectués n'ayant pas révélé de différences appréciables entre les éjaculats.

2° Étude chez la Vache.

10 Vaches ont été accouplées avec des Taureaux fertiles, et dont la qualité de la semence était régulièrement contrôlée. Après abattage, dès le prélèvement du tractus génital, la trompe est immédiatement ligaturée aux deux extrémités, puis déposée dans un bain à 38°C. En effet, VAN DEMARK et MOELLER (1951) prétendent que le refroidissement du tractus génital produit une coagulation du contenu de la lumière qui gêne la récupération des spermatozoïdes dans le perfusat. Contrairement à la Brebis, nous avons eu recours à la perfusion des trompes, utilisant l'eau tiède pour l'oviducte maintenu à 38°C, l'expulsion du contenu tubaire, par raclage, donnant des frottis difficiles à lire. Dans les cornes utérines, les spermatozoïdes ont été localisés par frottis, et comptés, dans la totalité de cet organe après perfusion, leur numération étant effectuée sur 1 cc de perfusat recueilli sur une lame neuve et coloré après séchage. On a ainsi une représentation plus exacte du nombre de spermatozoïdes, surtout quand il y en a peu, que par numération à l'hématimètre.

a) **Vitesse de montée des spermatozoïdes.** — Il ressort du tableau VIII que les spermatozoïdes sont présents dans le bas de l'isthme dès la 4^e heure après l'accouplement, mais ils n'atteignent pas la zone inférieure de l'ampoule avant 8 heures, et la partie supérieure, avant 12 heures, résultats que nous avons obtenus aussi bien du côté maintenu à 38°C, que du côté traité selon la technique utilisée pour les Brebis, c'est-à-dire manipulé à la température ambiante. Par aspiration du contenu des trompes de Fallope maintenues à 38°C (technique de VAN DEMARK et MOELLER), les résultats sont identiques.

Mais, comme chez la Brebis, il y a une grande variabilité dans la vitesse de montée des spermatozoïdes ; c'est ainsi que chez 2 vaches accouplées 8 heures auparavant les spermatozoïdes n'avaient atteint que le sommet des cornes utérines ; chez une vache abattue 12 heures après le coït, les spermatozoïdes n'étaient présents que jusqu'à la partie

inférieure de l'isthme. En outre, on constate parfois la présence, dans les cornes utérines, d'un mucus très clair et visqueux, qui peut exister en quantité assez abondante (jusqu'à une dizaine de cc).

TABLEAU VIII

Intervalle coït-abattage	N° Vache	Présence des spermatozoïdes						
		Cornes utérines			Trompes de Fallope			
		Bas	Milieu	Sommet	Bas Isthme	Haut Isthme	Bas Ampoule	Haut Ampoule
30 minutes.....	25	+	+	—	—	—	—	—
	27	+	+	+	—	—	—	—
1 heure.....	8	+	—	—	—	—	—	—
	26	+	+	+	—	—	—	—
4 heures.....	3	+	+	—	—	—	—	—
	4	+	+	+	+	—	—	—
	9	+	+	+	—	—	—	—
8 heures.....	6	+	+	+	—	—	—	—
	7	+	+	+	—	—	—	—
	12	+	+	+	+	+	+	—
12 heures.....	5	+	+	+	+	—	—	—
	16	+	+	+	+	+	+	+
16 heures.....	15	+	+	+	+	+	+	+

b) Nombre des permatozoïdes aux différents niveaux du tractus génital.

— Malgré de grandes variations individuelles (tableau IX), le grand nombre de spermatozoïdes présents dans les cornes utérines dès la 4^e heure après le coït, ne représente qu'une faible proportion des gamètes éjaculés dans le vagin, le cervix limitant leur progression.

Bien que le nombre de spermatozoïdes dans les trompes de Fallope augmente avec le temps, la jonction utéro-tubaire représente un 2^e obstacle majeur qui n'est franchi que par une infime proportion de spermatozoïdes (tableau IX), qui ont atteint le sommet des cornes utérines.

TABLEAU IX

Intervalle coït-abattage	N° Vache	Nombre de spermatozoïdes					
		Cornes utérines		Trompes de Fallope			
		Moitié inférieure	Moitié supérieure	Bas Isthme	Haut Isthme	Bas Ampoule	Haut Ampoule
4 heures.....	9	28 706	54 900	2	0	0	0
8 heures.....	12	1,58. 10 ⁶	99 740	514	5	11	0
12 heures.....	16	165 000	224 900	3 276	1 240	97	38
16 heures.....	15	204 380	65 750	2 383	114	118	3

III. — DISCUSSION

Nos résultats sur la montée des spermatozoïdes dans les voies femelles de la Brebis et de la Vache, sont en opposition complète avec ceux de PHILLIPS et ANDREWS (1937), SCHOTT et PHILLIPS (1941), STARKE (1949) chez la Brebis et de VAN DEMARK et MOELLER (1951) chez la Vache.

Alors que ces auteurs trouvent que les spermatozoïdes atteignent, dans la plupart des cas, la partie ovarienne des trompes de Fallope en quelques minutes, nous constatons en réalité, chez ces deux espèces, une vitesse de montée des spermatozoïdes beaucoup plus faible et une grande variabilité individuelle.

Les résultats identiques obtenus chez la Brebis par :

- frottis,
- perfusion,
- coupes sériees longitudinales de fragments ligaturés aux deux extrémités après leur prélèvement,
- ligature et recherche des œufs éventuellement fécondés, et numération des spermatozoïdes présents dans leur membrane pellucide, confirment la valeur de nos techniques tant chez la Vache que chez la Brebis.

Les observations opposées des auteurs, pour lesquels les spermatozoïdes progressent très vite, seraient vraisemblablement dues à des fautes techniques, car, dès que nous avons délaissé les précautions fondamentales que nous avons signalées, l'étude des lames témoins nous a prouvé que nos résultats, bien qu'identiques à ceux de ces chercheurs, étaient erronés.

Ces fautes techniques peuvent être de deux ordres :

— La plus courante résulte d'une pollution du matériel (ciseaux, pinces, lames, colorants), soit par des spermatozoïdes apportés accidentellement au cours des manipulations des parties du tractus riches en gamètes mâles, soit, par des spermatozoïdes présents sur du matériel déjà utilisé dans des expériences antérieures.

— Une autre cause d'erreur peut provenir d'une mauvaise interprétation des images vues au microscope, surtout en utilisant la technique de VAN DEMARK et MOELLER. En effet, avec examen des prélèvements du contenu tubaire, de très nombreuses cellules ciliées sont observées et il faut, en opérant sous fort grossissement, une très grande attention pour différencier certaines cellules ciliées des spermatozoïdes.

L'étude des variations du nombre de spermatozoïdes au niveau des tractus génitaux de la Brebis et de la Vache met en évidence le rôle important que joue le cervix dans la montée des spermatozoïdes. Le col de l'utérus se comporte comme un lieu d'accumulation des gamètes mâles puisqu'il y a dans l'utérus une arrivée continuelle de spermatozoïdes pendant les douze premières heures. Ces résultats sont à rappro-

cher de ceux de SKATIKNE et RUMJANZEWA (1948) et de GREEN et WINTERS (1935) qui ont signalé que le cervix de la Lapine et de la Brebis jouait le rôle d'un réservoir de spermatozoïdes, que ceux-ci quittaient progressivement pour monter dans le tractus.

En outre, le cervix constitue un obstacle à la progression des spermatozoïdes du vagin dans l'utérus, et limite le nombre de spermatozoïdes qui pénètrent plus avant dans le tractus.

AUSTIN (1949), CHANG (1951), BRADEN (1953) ont fait la même constatation chez la Lapine, ainsi que BLANDAU et ODOR (1949) chez la Rate.

Un deuxième obstacle à la progression des spermatozoïdes est représenté par la jonction utéro-tubaire qui n'est franchie que par quelques gamètes mâles, et chez la Brebis, la numération des spermatozoïdes présents dans la zone pellucide de l'œuf apporte une preuve supplémentaire de l'énorme gaspillage des spermatozoïdes. Il en est de même pour la Vache où nous n'avons pas trouvé plus de 4 650 spermatozoïdes dans l'ensemble des 2 oviductes, quelques dizaines de gamètes seulement atteignant l'ampoule.

Ces résultats confirment ceux de AUSTIN (1949), CHANG (1951), BRADEN (1953), qui observent dans les trompes de lapines accouplées, entre 1 000 et 6 480 spermatozoïdes.

On ne retrouve donc dans la partie supérieure des trompes de Fallope que quelques milliers de spermatozoïdes, qui constituent une infime proportion de ceux qui ont été émis dans le vagin.

La marge de sécurité pour que la fécondation se produise est donc faible, et il nous est arrivé de ne trouver à 12 heures aucun spermatozoïde dans l'oviducte de Brebis ou de Vache, ce qui expliquerait certains cas de stérilité relative.

CHAPITRE III

SURVIE ET POUVOIR FÉCONDANT DES SPERMATOZOÏDES DANS LE TRACTUS GÉNITAL FEMELLE

(Étude chez la Brebis).

I. — DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

Les auteurs ont fréquemment étudié le maintien de la motilité des spermatozoïdes, mais il est évident que c'est la durée du pouvoir fécondant des spermatozoïdes dans le tractus femelle et non leur durée de survie qui est importante, or, ces deux éléments ne sont pas obligatoirement liés, comme nous avons eu l'occasion de le signaler (DAUZIER, WINTENBERGER, 1952).

C'est de la précision avec laquelle on peut estimer le moment de l'ovulation que dépend l'exactitude de l'appréciation de la durée du pouvoir fécondant, puisque le moment du dépôt du sperme est connu ; or les erreurs que l'on peut commettre dans la détermination du moment de la rupture des follicules peuvent être supérieures à la durée du pouvoir fécondant des spermatozoïdes.

C'est pourquoi les seuls renseignements indiscutables que nous pouvons trouver dans la littérature concernant, soit les espèces à ovulation provoquée, soit les espèces chez qui la durée de survie des spermatozoïdes est très longue, l'estimation du moment de l'ovulation n'entraînant qu'une erreur relativement faible.

Une très longue conservation du pouvoir fécondant des spermatozoïdes a été signalée chez les Hibernants, par COURRIER (1923-1927), et REDENZ (1929) ; en effet, si certaines espèces de Cheiroptères s'accouplent à l'automne, puis au printemps, il en est (Pipistrelle) qui ne s'accouplent qu'une fois à l'automne. Dans ce cas les spermatozoïdes immobiles séjournent pendant l'hiver dans le tractus femelle, pour féconder les ovocytes pondus au printemps suivant, ce qui représente une conservation de 140 à 170 jours. Chez les Oiseaux aussi, certains auteurs ont signalé que les spermatozoïdes pouvaient conserver longtemps leur pouvoir fécondant, tout en restant mobiles dans les cryptes. Ainsi, les chiffres suivants de durée de fertilité des œufs de Poule après retrait du Coq ont été publiés : 11 jours (GILBERT, 1905) 14 jours (VAN DRIMMELEN, 1947), 19 jours (ELFORD, 1916). CURTIS et LAMBERT (1929) et NICOLAIDES

(1934) ont obtenu des durées moyennes de 10,7 à 14,8 jours avec un maximum de 29 jours.

Chez les Mammifères à ovulation provoquée, HAMMOND et ASDELL (1926), en inséminant les Lapines accouplées précédemment avec un mâle vasectomisé, ont pu évaluer à 30 heures la persistance du pouvoir fécondant. En opérant de la même manière, HAMMOND et WALTON (1934) n'ont abouti à aucun résultat chez le Furet ; ces auteurs attribuent leur échec à une expulsion du sperme déposé dans le vagin, le coït prolongé favorisant le franchissement du cervix par les spermatozoïdes.

Pour les raisons exposées, l'imprécision devient très grande chez les femelles à ovulation cyclique.

Chez la Souris, la motilité des spermatozoïdes cesse au bout de 12 heures (LEWIS et WRIGHT, 1935) ou de 13 h 30 (MERTON, 1939) leur pouvoir fécondant dans les voies femelles se maintenant pendant environ 6 heures (MERTON, 1939). La durée maximum de fécondité des spermatozoïdes de Rat est de 14 heures (SODERWALL et BLANDAU, 1941) la motilité cessant dans les 17 heures qui suivent le coït (VOCHEM, 1929). Ces délais sont plus longs chez le Cobaye : 22 heures (SODERWALL et YOUNG, 1940), les spermatozoïdes pouvant être légèrement motiles 41 heures après copulation ou insémination artificielle (VOCHEM, 1929).

LEWIS (1911) estime que, dans la plupart des cas, les spermatozoïdes du Verrat sont morts 24 heures après leur dépôt dans le tractus génital de la Truie, et exceptionnellement, 48 heures.

Chez la Brebis, les valeurs publiées pour la durée du pouvoir fécondant des spermatozoïdes de Bélier varient de 22 h 30 (ANDERSON, 1941) à 36-45 heures (QUINLAN, MARE et ROUO, 1932) avec des valeurs intermédiaires de 24 heures (GREEN et WINTERS, 1935), 33-36 heures (LOPYRIN et LOGINOVA, 1939), 34 heures (KELLEY, 1937), 34-36 heures (POLOVCEVA, 1938). L'incertitude qu'ont connue ces auteurs, quant au moment de l'ovulation, explique aisément ces écarts, mais la durée de conservation varie également selon les différentes régions du tractus ; c'est ainsi que chez la Brebis, QUINLAN, MARE et ROUX précisent que dans le cervix les spermatozoïdes peuvent survivre jusqu'à 48 heures.

BESCHLEBNOV (1938) trouve quelques spermatozoïdes de Taureau vivants 30 heures après le rapprochement sexuel, mais aucun à 48 heures, tandis que LAING (1944) évalue la durée du pouvoir fécondant des spermatozoïdes de Taureau à 30 heures. TRIMBERGER et DAVIS (1943) confirment ce point de vue, le pourcentage de Vaches fécondées diminuant rapidement quand l'insémination se situe avant la 12^e heure qui précède la fin du rut, tandis que, pour VANDESPLACHE et PAREDIS (1948) des spermatozoïdes conservés *in vitro* 3 jours, peuvent être féconds après un séjour de 50 heures dans le tractus génital de la Vache. Par contre, KOZ-

LOVA (1935) et KIRILLOV (1944) ont établi que les spermatozoïdes survivent seulement 15 à 19 heures dans les voies génitales de la Vache.

Les spermatozoïdes d'Étalon conservent beaucoup plus longtemps leur pouvoir fécondant, la gestation étant possible quand le coït précède l'ovulation de 5-6 jours (HAMMOND, 1938 ; DAY, 1942 ; BURCKHARDT, 1949).

II. — RECHERCHES PERSONNELLES

1^o Maintien du pouvoir fécondant des spermatozoïdes de Bélier dans le tractus génital de la Brebis.

Bénéficiant d'une technique proposée par ORTAVANT, THIBAUT et WINTENBERGER (1948), nous avons pu obtenir très régulièrement l'ovulation 24 heures après le début des chaleurs chez la Brebis, ce qui nous a permis d'utiliser la Brebis avec la même sécurité que n'autorisaient, jusqu'alors, que les espèces à ovulation provoquée par le coït. Dès que la Brebis se laisse chevaucher par le Bélier boute-en-train, le rut étant détecté matin, midi, soir, on lui injecte 800 U. I. d'hormone gonadotrope sérique dans la veine jugulaire. Dans ces conditions, l'ovulation se produit 24 ± 1 heure après l'injection intraveineuse.

55 Brebis de races Boukhara, Berrichonne du Cher, Solognotte, furent accouplées à des intervalles variés par rapport à l'ovulation, avec des Béliers féconds utilisés seulement tous les deux ou trois jours. La fécondation des œufs fut contrôlée en abattant systématiquement les Brebis trois jours après l'accouplement. En effet, les œufs fécondés sont alors segmentés puisqu'ils ont 2 blastomères après 39,30 h (CLARK, 1934), 36 heures (GREEN et WINTERS, 1935), 36 à 42 heures (ROBINSON, 1951), 24 heures (WINTENBERGER, 1953). Les œufs collectés par perfusion, selon la technique décrite par THIBAUT (1949) sont recherchés et examinés sous une loupe binoculaire (avec un grossissement de 16 à 40) pour déterminer s'ils sont ou non segmentés. Mais la présence de pseudoblastomères dans l'œuf, dégénérés et non fécondés, pouvant être une cause d'erreur (THIBAUT, 1949), une étude histologique en est faite après fixation au Bouin-Hollande, double inclusion à la gélose-paraffine, coloration à l'hématoxyline ferrique de Régaut, de coupes de 10 μ (THIBAUT, 1949). Dès lors, aucune confusion n'est possible entre l'œuf fécondé segmenté et l'œuf dégénéré, non fécondé, fragmenté.

Le tableau X montre que 80 p. 100 des Brebis ont des œufs fécondés, si elles sont accouplées, pendant le rut, de 8 à 24 heures avant l'ovulation. Ce pourcentage qui tombe à 60 p. 100 lorsque le coït a lieu de 28 à 30 heures avant l'ovulation, donc avant l'œstrus, devient nul quand le rap-

prochement sexuel s'effectue de 32 à 40 heures avant la ponte des ovocytes. La conservation du pouvoir fécondant peut donc être évaluée à 30 heures.

TABLEAU X

Pourcentage de fécondation des œufs de Brebis accouplées avant l'ovulation (—), et accouplées après l'ovulation (+).

— 40 h	0 %
— 32 à 34 h	0 %
— 28 à 30 h	60 %
— 23 à 24 h	80 %
— 8 h	80 %
— 4 h	75 %
+ 4 h	80 %
+ 8 à 10 h	20 %
+ 15 h	0 %

Cette chute de la fécondité du sperme séjournant dans les voies femelles a été observée chez la Rate (SODERWALL et BLANDAU, 1941), le Cobaye (SODERWALL et YOUNG, 1940), la Lapine (HAMMOND et ASDELL, 1926), ces auteurs constatant corrélativement une diminution de l'importance de la portée, c'est-à-dire du nombre de fœtus venant à terme. HAMMOND et ASDELL (1926) attribuent ce fait à la fécondation d'un plus petit nombre d'ovocytes, mais on pouvait penser que si la fécondation se produisait, l'évolution de l'œuf se trouvait entravée par suite d'un trop long séjour des spermatozoïdes dans le tractus génital femelle. En fait, les œufs fécondés par des spermatozoïdes ayant séjourné 29 heures dans les voies femelles ne dégénèrent pas, puisque 60 p. 100 des Brebis accouplées 29 heures avant l'ovulation ont été fécondées (tableau X), mais aussi gestantes (5 Brebis).

2° Durée de la période de fécondité des ovocytes de Brebis.

Du tableau X, il résulte que 80 % des brebis accouplées 4 heures après l'ovulation ont des œufs fécondés, alors que ces pourcentages sont respectivement de 20 % et de 0 % quand le coït se situe 8 heures et 15 heures après l'ovulation.

Les spermatozoïdes atteignant la partie supérieure des trompes en moyenne 8 heures après la copulation, la durée de fécondité de l'ovocyte tubaire de brebis est donc supérieure à 12 heures, inférieure à 23 heures, voisine de 15 heures. 40 % des brebis accouplées 8 heures après l'ovulation, et non abattues ont agnelé ; Ceci montre que les œufs âgés de 15 heures et fécondés sont susceptibles de poursuivre un développement normal.

3° Survie et résorption des spermatozoïdes de Bélier
dans le tractus génital de la Brebis.

La recherche des spermatozoïdes vivants dans le tractus génital femelle confirme les observations de QUINLAN, MARE, ROUX (1932) : c'est dans le cervix que les spermatozoïdes survivent le plus longtemps.

Dans le vagin, il n'a pas été constaté de survie de spermatozoïdes supérieure à 29 heures et dans les cornes utérines à 40 heures tandis que des spermatozoïdes vivants sont présents dans le cervix jusqu'à 78 heures après le coït ; le cervix est donc le lieu du tractus où existent les meilleures conditions propices à la conservation des spermatozoïdes (tableau XI).

TABLEAU XI

Nombre Brebis	Intervalle coït- abattage	Pourcentage de Brebis ayant des spermatozoïdes vivants aux différents niveaux du tractus génital		
		Vagin	Cervix	Cornes utérines
4	29 h	30 %	100 %	100 %
3	29 - 40 h	0 %	49 %	21 %
3	40 - 60 h	0 %	37 %	0 %
4	60 - 80 h	0 %	25 %	0 %
4	80 - 100 h	0 %	0 %	0 %

Des numérations de spermatozoïdes effectuées sur des frottis réalisés aux différents niveaux du tractus génital, montrent qu'il se produit une résorption des spermatozoïdes qui disparaissent du vagin, du cervix et de l'utérus après 84 heures. En outre, malgré le dépôt dans le vagin d'une multitude de spermatozoïdes, ceux-ci n'y sont qu'en petit nombre bien avant 84 heures, les gamètes mâles étant présents en grand nombre dans le cervix seulement (tableau XII).

TABLEAU XII

Résorption des spermatozoïdes dans le tractus génital de brebis abattues à des intervalles différents après l'accouplement.

Intervalle coït-abattage	Numéro Brebis	Nombre de spermatozoïdes			
		Vagin	Col	Utérus	Base des cornes
10 h 30	1 064	∞	∞	700	900
24 h	244	32	112	62	133
48 h	989	0	∞	21	81
60 h	270	1	∞	0	0
73 h	027	2	∞	33	17
84 h	264	57	∞	0	0
90 h	222	0	0	0	0

CHAPITRE IV

MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE LA MONTÉE DES SPERMATOZOÏDES DANS LE TRACTUS GÉNITAL FEMELLE

(Étude chez la Brebis).

La progression des spermatozoïdes du vagin vers les trompes de Fallope, peut être due, soit à leur motilité, le tractus femelle n'intervenant que pour leur fournir un milieu favorable, soit à des facteurs propres à la femelle : contraction des parois utérines ou tubaires, mouvements ciliaires, force de succion due au mouvement des viscères, etc., soit à la combinaison des possibilités des spermatozoïdes à celles offertes par le tractus.

Les auteurs ayant rapporté une montée lente des spermatozoïdes, de l'ordre de plusieurs heures, ont été enclins à voir dans la seule motilité des gamètes mâles, l'élément déterminant de leur progression.

Au contraire ceux qui ont cru observer un transit rapide ont recherché dans les facteurs extérieurs aux spermatozoïdes, les causes essentielles de cette progression rapide ; pour certains la motilité des gamètes n'interviendrait même pas.

Ayant défini la vitesse de montée des spermatozoïdes et montré la fantaisie de certaines affirmations, nous avons analysé le rôle respectif de chaque facteur probable à chacun des différents niveaux du tractus : cervix, cornes utérines, jonction utéro-tubaire, trompes de Fallope. Compte tenu des différences anatomiques du tractus, on est en droit de penser que les mécanismes assurant la progression des spermatozoïdes peuvent différer d'un point à l'autre du tractus.

I. — ÉTUDE DE LA MONTÉE DES SPERMATOZOÏDES DE BÉLIER DANS LE CERVIX DE LA BREBIS

1^o Documentation bibliographique.

Dès 1872, LOTT indique les différents facteurs susceptibles de déterminer les transports des spermatozoïdes dans le cervix :

- force de l'éjaculat,
- action du pénis comparable à celle d'un piston,
- contractions des parois du tractus génital,

- action de succion de l'utérus,
- attraction capillaire dans la lumière du cervix,
- action ciliaire de l'épithélium cervical,
- mouvement des spermatozoïdes eux-mêmes.

PARKER (1931) y ajoute l'action de la pression mutuelle des viscères.

Pour HEAPE (1898), la plus grande part dans la progression des spermatozoïdes au travers du col utérin de la Lapine, revient à l'action de succion de l'utérus, consécutive à l'excitation des tissus érectiles de la vulve.

WALTON (1930) croit que la seule motilité des spermatozoïdes explique leur montée, opinion déjà formulée par HOEHNE (1911) et MARSHALL (1922). Il en voit la preuve dans le fait qu'en injectant du liquide coloré dans le vagin d'une Lapine avant le coït, il n'en trouve aucune trace ultérieurement dans l'utérus. PARKER (1931) critique cette expérience, en alléguant que le dépôt de liquide dans le vagin, avant l'accouplement, empêche une réponse normale des parois utérines de la Lapine. Pour PARKER (1931), c'est en effet à une action active du tractus génital femelle qu'est dû le transport des spermatozoïdes qu'il aurait dénombrés dans l'utérus de Lapines 1 minute 50 secondes après le coït. Se basant sur le fait que les spermatozoïdes de Lapin progressent *in vitro* à une vitesse de 0,05 mm/sec (LLOYD-JONES, HAYS, 1918 ; PARKER, 1931), il en déduit que les spermatozoïdes progressant par eux-mêmes, auraient dû mettre, au moins 4 minutes, en se déplaçant en ligne droite, sinon 8 minutes pour atteindre l'utérus. En fait, il est illusoire de vouloir comparer la progression des gamètes mâles *in vivo* et *in vitro*, les conditions étant totalement différentes.

TALMEY (1917) a décrit un spasme cervical chez la Femme mais pour DICKINSON (1931) les mouvements du cervix ne sont pas essentiels à la progression des spermatozoïdes.

BLANDAU (1945) cherchant à expliquer le mécanisme de progression des spermatozoïdes de Rat, émis dans le vagin, constate que le cervix est dans un état de contraction maximum, chez la Rate, en moyenne pendant 12,8 h, soit, de 4,3 h avant à 8,5 h après le début de l'œstrus. Il essaie de mettre, expérimentalement, en évidence un relâchement au moment du coït, mais n'observe pas de mouvement de liquide, entre les cornes utérines, qui en contiennent d'abondantes quantités (LONG et EVANS, 1922), (LEONARD, 1950), et le vagin. Par contre, il détermine le rôle important joué par le « plug » ou bouchon vaginal ; les spermatozoïdes de Rat, dont les glandes séminales et coagulantes sont ligaturées, n'entrent pas dans l'utérus, alors que dès la formation du bouchon, ils y progressent en grand nombre. STEINACH (1894) et WALKER (1911) ont montré, d'ailleurs, que l'ablation de ces glandes diminue beaucoup la fertilité ; la suppression concomitante de la prostate entraînant la stérilité.

On ne peut donc avoir d'opinion sur le mécanisme qui permet aux spermatozoïdes de pénétrer en grand nombre dans le cervix après le coït.

2^o Résultats personnels.

La projection des spermatozoïdes à l'intérieur même du col utérin, lors du coït, pouvant intervenir comme mécanisme de progression des gamètes dans le cervix, 3 brebis ont été sacrifiées immédiatement après l'accouplement avec un bélier fécond. Des spermatozoïdes très mobiles n'ont été trouvés (tableau XIII) qu'à l'entrée du cervix, aucun d'entre eux n'ayant pénétré dans le canal cervical.

TABLEAU XIII

Numéro des Brebis	Intervalle insémination-abattage	Nombre de spermatozoïdes					
		Vagin	Entrée Cervix	1 cm intérieur Cervix	Milieu Cervix	Sortie Cervix	Utérus
525	30 secondes	∞	∞	o	o	o	o
535	1 minute	∞	∞	o	o	o	o
554	30 secondes	∞	∞	o	o	o	o

La présence des spermatozoïdes dans le col utérin ne pouvant être imputée à leur projection lors du rapprochement sexuel, nous avons vérifié, en utilisant nos techniques d'examen, si les spermatozoïdes de bélier morts, placés dans le vagin de la brebis, peuvent progresser dans les voies femelles.

Les particules inertes (encre de Chine, carmin, carbone) ont été délaissées car il est difficile de discerner si l'on est en présence de particules retrouvées ou apportées, leur détermination étant beaucoup plus délicate que celle des spermatozoïdes colorés, comme nous l'ont montré quelques essais infructueux. Les particules inertes n'ont en outre pas nécessairement les mêmes dimensions et formes que les gamètes, ce qui peut éventuellement poser des problèmes particuliers dans l'étude de leur progression.

Dans une première expérience, nous avons utilisé trois brebis inséminées au moyen d'un cathéter et d'un spéculum lumineux, avec 0,3 cc de sperme préalablement tué par la chaleur. Les recherches des spermatozoïdes par la technique des frottis, chez ces brebis abattues 8 heures après l'insémination (le temps de 8 heures correspondant à la durée de montée des spermatozoïdes vivants) ont montré que les spermatozoïdes présents initialement dans la partie distale du vagin et à l'entrée du cervix, n'avaient pas progressé (tableau XIV).

Une excitation du cervix consécutive au coït ou à la présence de

certaines substances dans le sperme vivant, fraîchement éjaculé, ou dans les sécrétions accessoires, pouvant jouer un rôle dans la montée des gamètes mâles, un deuxième groupe de trois brebis a été inséminé, avec 0,3 cc de sperme mort, puis 0,2 cc de liquide spermatique, obtenu par centrifugation et filtrage de sperme frais sur filtres très fins, et enfin sailli par un bélier vasectomisé. Aucune montée de spermatozoïdes ne s'est produite chez ces Brebis sacrifiées 8 heures après l'insémination (tableau XIV).

TABLEAU XIV

Traitement	Numéro Brebis	Intervalle insémination- abattage	Nombre de spermatozoïdes				
			Vagin	Entrée Cervix	Milieu Cervix	Sortie Cervix	Utérus
Insémination :							
Sperme tué par chaleur 0,3 cc	450	8 heures	∞	∞	o	o	o
—	487	8 heures	∞	99	o	o	o
—	435	8 heures	∞	∞	o	o	o
Insémination :							
Sperme tué par chaleur 0,3 cc	446	8 heures	∞	236	o	o	o
Liquide spermatique 0,3 cc							
Coit, Bélier vasectomisé							
—	441	8 heures	∞	∞	o	o	o
—	483	8 heures	∞	485	o	o	o

Mais l'absence de spermatozoïdes après 8 heures pouvait être due à leur lyse ou à leur phagocytose rapides, d'autant plus qu'il s'agissait de gamètes morts. Aussi, quatre brebis, soumises au même traitement, ont-elles été abattues après un délai de 1 heure. Les résultats sont identiques, aucun spermatozoïde n'ayant été trouvé au-delà de la partie vaginale du col utérin.

Il semble donc évident que la motilité propre des spermatozoïdes soit un élément indispensable à leur progression, du vagin dans l'utérus.

L'utilisation d'un Bélier donneur d'un sperme de mauvaise qualité, présentant seulement des spermatozoïdes peu mobiles et de 80 à 95 p. 100 de spermatozoïdes morts, accouplé avec 3 brebis en rut a permis de confirmer le rôle de la motilité des spermatozoïdes dans le franchissement du cervix. Une montée très faible des spermatozoïdes s'est produite, certains, après une heure, ayant atteint le milieu du cervix chez une brebis sur trois. ASDELL et SALISBURY (1941) avaient obtenu des résultats semblables chez la Lapine, avec des spermatozoïdes devenus déficients et peu mobiles, après maintien des testicules de lapins, dans la paroi abdominale, pendant un certain temps.

Bien que le franchissement du cervix de Brebis se fasse grâce à la motilité des spermatozoïdes de Bélier, on peut penser que l'état du tractus femelle joue un rôle. Certains auteurs ont, d'ailleurs, étudié le passage

du cervix par les spermatozoïdes en relation avec la viscosité du mucus cervical et sa perméabilité aux gamètes mâles. C'est ainsi que SEGUY et VIMEUX (1934), LAMAR, SHETTLES, DELFS (1940), FERIN (1948), POMMERENKE et VIERGIVER (1946), ont montré que chez la Femme l'importance des déplacements effectués par les spermatozoïdes varie en fonction inverse du degré de viscosité de la glaire cervicale, la perméabilité maximum aux spermatozoïdes se situant vers le milieu du cycle menstruel, c'est-à-dire vers le moment de l'ovulation (SEGUY et VIMEUX, 1934) ; FERIN (1948) précise même que, dans la majorité des cas, en l'absence de « glaire filante », notamment dans la phase d'imprégnation progestinique, les spermatozoïdes ne semblent pas atteindre le fond de l'utérus. ABARBANEL (1946) signale que c'est juste avant le moment de l'ovulation que la viscosité du mucus est la plus faible, et sa pénétrabilité aux spermatozoïdes la plus élevée, les œstrogènes étant le facteur essentiel de production de cette glaire claire et filante.

BERRANG (1952) fait les mêmes observations chez la Vache : la distance que peuvent parcourir les spermatozoïdes est en relation inverse avec la viscosité du mucus. Par contre, certains auteurs contestent l'influence de l'activité ovarienne sur la progression de spermatozoïdes le long du tractus génital. STARKE (1949), puis GREEN et WINTERS (1935), SCHOTT et PHILLIPS (1941), VAN DEMARK et MOELLER (1951) ont conclu à des vitesses de montée des spermatozoïdes identiques aux différents moments du cycle sexuel. Ceci paraît étrange quand on connaît l'involution des voies femelles pendant le diœstrus et l'anoœstrus de la Brebis, et les variations cycliques de la morphologie et de l'activité sécrétoire des différentes parties du tractus génital (MCKENZIE et TERRILL, 1937).

C'est pourquoi nous avons repris cette étude sur 22 brebis de race Ile-de-France, accouplées en début, milieu et fin de diœstrus, et en anoœstrus. Toutes les brebis furent abattues 8 heures ou 16 heures après l'accouplement, puisque comme nous l'avons vu chez la Brebis, les spermatozoïdes parviennent à la partie supérieure des trompes 8 heures après le coït chez les Brebis en œstrus. Une montée notable des spermatozoïdes dans le tractus génital de la Brebis ne se produit qu'au début du diœstrus. Dans ce cas nous n'avons trouvé que deux fois sur 8 des spermatozoïdes dans l'isthme, 8 heures et 16 heures après le coït : chez d'autres brebis ils n'avaient atteint que la base des cornes en 8 heures et le milieu en 16 heures (tableau XV).

Au milieu du diœstrus, vers le 8^e jour du cycle, les spermatozoïdes ne dépassent pas le milieu du col, même 16 heures après l'accouplement. En fin de diœstrus, le niveau atteint est plus élevé au milieu des cornes : 1 brebis sur 6 — et le plus souvent, les spermatozoïdes sont présents dans le corps de l'utérus et le milieu du cervix.

Enfin, chez les brebis accouplées pendant l'anoœstrus, les sperma-

TABLEAU XV

Numéro Brebis	Moment du cycle	Intervalle entre l'accou- plement et l'abattage	Nombre de spermatozoïdes										Spermatozoïdes vivants				
			Vagin	Cervix			Utérus	Côté	Cornes			Isthme	Am- poule	Vagin	Col	Utérus	Cornes
				Ent.	Mil.	Sort.			Base	Mil.	Som.						
377	Début diœstrus	8 h	∞	∞	∞	45	G	68 231	8 5	84 2	197 1	0 0	+	+	+	—	
381	Début diœstrus	16 h	∞	∞	∞	∞	G	1220 3109	1461 402	94 24	3 3	0 0	+	+	+	+	
387	Milieu diœstrus	8 h	∞	∞	0	0	G	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	—	—	—	—	
129	Milieu diœstrus	16 h	36	139	0	0	G	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	—	—	—	—	
339	Fin diœstrus	8 h	∞	∞	20	5	G	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	+	+	+	—	
412	Fin diœstrus	16 h	24	100	0	0	G	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	—	—	—	—	
173	Anœstrus	8 h	∞	∞	∞	10	G	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	—	+	—	—	
401	Anœstrus	16 h	11	0	0	0	G	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	—	—	—	—	

tozoïdes ne sont jamais parvenus au-delà du corps de l'utérus ; le cervix n'a même été franchi que 2 fois sur 5 (tableau XV).

On doit rapprocher ces observations des résultats négatifs des recherches entreprises pour obtenir la fécondation de Brebis après injection d'hormone gonadotrope, soit en anœstrus, soit à n'importe quel moment du cycle sexuel, œstrus excepté (MURPHEE, WARWICK, CASIDA et MAC SHAN, 1947 ; BOYARSKY, BAYLISS, CASIDA MEYER, 1947 ; THIBAUT, ORTAVANT et LAPLAUD, 1948). Le cervix constituerait un obstacle à la montée des spermatozoïdes, donc à la fécondation des œufs dont la ponte est aisément obtenue. MURPHEE, BLACK, OTTO, CASIDA (1951) confirment expérimentalement ce point de vue chez la Lapine, puisqu'ils montrent que le cervix constitue le principal obstacle à la fécondation des œufs pondus, lorsque le corps jaune est actif, pendant la pseudogestation de la Lapine : l'insémination par voie vaginale donne 3,12 % de fécondation, tandis qu'en opérant par l'utérus, ces auteurs obtiennent 61 % d'œufs fécondés.

La recherche des spermatozoïdes vivants aux différents niveaux des voies femelles en dehors de l'œstrus montre d'ailleurs (tableau XV) que la survie des spermatozoïdes est également affectée : elle est très courte, même dans le col, et elle n'est supérieure à 16 heures, chez la Brebis, qu'en début de diœstrus, alors que nous avons montré que les spermatozoïdes peuvent y demeurer vivants plus de 3 jours pendant l'œstrus.

Leur résorption est également très rapide (tableau XV) surtout en anœstrus, et en milieu de diœstrus : peu ou pas de spermatozoïdes furent dénombrés dans le tractus génital de 8 à 16 heures après le coït.

Ces faits soulignent le rôle actif du milieu cervical dans les possibilités de transport et de conservation des spermatozoïdes. Pendant l'anœstrus ou la phase lutéinique il constitue une barrière pratiquement infranchissable aux spermatozoïdes ; la fécondation ne serait alors possible qu'en déposant la semence au-delà du col utérin.

II. — FACTEURS QUI CONDITIONNENT LA PROGRESSION DES SPERMATOZOÏDES DE BÉLIER DANS L'UTÉRUS DE LA BREBIS

1^o Bibliographie.

L'étude des facteurs déterminant une progression des spermatozoïdes fait l'objet des mêmes contradictions bibliographiques pour les cornes utérines que pour le cervix, la primauté étant d'après les uns, à accorder à la motilité des gamètes mâles, d'après les autres, à un rôle actif du tractus génital femelle.

MARSHALL (1922) émet l'opinion que les spermatozoïdes de Lapin montent en progressant par leurs propres moyens, contre un courant dû aux mouvements ciliaires de l'épithélium utérin. Or, l'épithélium n'étant pas cilié (LIM et CHAO (1927)), ces auteurs estiment que seul le rôle de leurs mouvements propres peut être retenu. PARKER (1931) prétend aussi que les spermatozoïdes progressent dans l'utérus grâce à leur pouvoir locomoteur ; il en voit la preuve dans les faits suivants : s'il injecte dans la partie distale de l'utérus des spermatozoïdes vivants il les retrouve dans la partie proximale 2 heures après, et réciproquement des spermatozoïdes déposés au bas des cornes sont présents au sommet après le même laps de temps ; se référant à une vitesse de progression des spermatozoïdes *in vitro*, de 0,05 mm/sec., il émet l'avis que les spermatozoïdes peuvent parcourir les 7 cm représentant la longueur des cornes utérines en 25 mn environ, donc en moins de 2 heures. Pour PARKER, ses observations sont en accord avec celles faites antérieurement par LIM et CHAO (1926) qui obtiennent la gestation de lapines dont ils ont inversé un fragment de corne utérine. CHANG et PINCUS (1951) admettant que la vitesse de déplacement des spermatozoïdes est la même *in vivo* et *in vitro*, pensent aussi que leur transport peut être assuré grâce à leur motilité.

Tous les autres auteurs et ils sont les plus nombreux, attribuent à l'utérus un rôle actif dans le transit des spermatozoïdes.

Ainsi pour LEUCKARDT (1853) les spermatozoïdes de Lapins sont véhiculés par un antipéristaltisme des parois utérines, opinion partagée par MARTIN (1895). Plus récemment KREHBIEL et CARSTENS (1939) montrent qu'une stimulation de la vulve de Lapine est nécessaire pour obtenir le transport des particules inertes, du vagin dans le reste du tractus génital.

De nombreux auteurs ont directement étudié l'activité musculaire de l'utérus et des cornes utérines. WISJENBECK (1922), et WISJENBECK et GREVENSTUCK (1922) mettent en évidence un péristaltisme des parois utérines de la Lapine. Pendant l'œstrus, l'utérus est très actif (BROUHA, SIMONNET, 1927, chez la Rate), et au moment du coït, il se produit d'après WESTMANN (1926) une hyperhémie du tractus génital de la Lapine, avec arrêt des contractions, celles-ci réapparaissant ensuite avec une plus grande fréquence pour diminuer un peu avant l'ovulation de la Lapine (WESTMANN, 1926 ; REYNOLDS et FRIEDMAN, 1930 ; SAGER et LEONARD, 1936) ; chez la Rate (CLARK, KNAUSS, PARKES, 1925-1926), elles ne cessent qu'après l'ovulation. Chaque contraction utérine serait la continuation d'une contraction tubaire, se déplaçant le long des cornes puis s'atténuant dans la région du cervix (POMPEN, 1933 ; WESTMANN, 1929 ; REYNOLDS, 1949).

Sur la Rate anesthésiée à l'amytal de Sodium, ROSSMAN (1937) met

en évidence deux sortes de péristaltisme : l'un affectant un fragment de cornes de 1 cm, l'autre de plus petites fractions. Ces contractions produisent, au sein du liquide utérin, des courants rapides dirigés vers le sommet des cornes de l'utérus. Les spermatozoïdes de Rat véhiculés dans ce milieu utérin (HARTMAN et BALL, 1930) remonteraient un peu plus lentement en l'absence de liquide (WARREN, 1938), sa présence favorisant la fécondation, sans toutefois être indispensable (LÉONARD, 1950).

VAN DEMARK et MOELLER (1951) qui ont trouvé des montées de spermatozoïdes quasi-instantanées, chez la Vache, en ont cherché l'explication dans une activité du tractus femelle. Constatant des variations de pression intra-mammaire au moment de l'accouplement, HAYS et VAN DEMARK (1951-1952) en concluent que la stimulation des organes sexuels provoque une décharge d'ocytocine. VAN DEMARK et HAYS (1952) enregistrant alors les contractions utérines qui déclenchent cette décharge d'ocytocine, en plaçant un ballonnet rempli d'eau, *in vivo*, dans l'utérus, constatent que la vue, l'approche d'un Taureau, le simulacre d'accouplement et le coït avec éjaculation, sont autant de stimuli qui déterminent une augmentation du tonus utérin et une apparition de contractions dans les minutes qui suivent. Normalement, il y a des contractions régulières, fréquentes et de faible amplitude pendant l'œstrus de la Vache, alors qu'au milieu du cycle œstral, elles sont de plus grande amplitude, mais moins fréquentes (HAYS, VAN DEMARK, 1953). Opérant *in vivo* et *in vitro*, HAYS et VAN DEMARK (1953), et VAN DEMARK et HAYS (1951) constatent que les contractions utérines peuvent être accentuées par l'ocytocine et atténuées par l'épinéphrine. SALISBURY et VAN DEMARK (1952) en concluent que l'ascension rapide des spermatozoïdes dans l'appareil génital de la Vache est due à des contractions de l'utérus, résultant d'une excitation nerveuse qui détermine une sécrétion d'ocytocine agissant sur les muscles utérins. En injectant au moment du coït de l'ocytocine à des vaches, HAYS et VAN DEMARK (1953) constatent une augmentation significative du taux de conception par rapport aux témoins ; malheureusement, ils obtiennent la même augmentation avec l'injection d'épinéphrine. ROWSON (1955) a montré, chez la Vache, que les contractions utérines déterminent une progression de substances opaques aux rayons X, et fixé leur vitesse de progression (75 mn pour atteindre le sommet des trompes de Fallope), vitesse que l'on ne peut comparer à celle de cellules comme les spermatozoïdes.

2° Recherches personnelles.

Pour les raisons indiquées au sujet du cervix, des spermatozoïdes morts ont été utilisés dans l'étude de la montée des spermatozoïdes dans les cornes utérines. Pour éviter toute cause d'erreur, les gamètes mâles ont

été séparés par centrifugation du liquide spermatique, la seule pesantur risquant de déterminer un écoulement du sperme le long du tractus, au cours des manipulations. Les spermatozoïdes ont été ensuite tués par le froid pour préserver des substances pouvant éventuellement avoir une action sur l'utérus.

a) **Étude in vivo.** — Dans une première expérience, des spermatozoïdes morts sont déposés dans la partie proximale, c'est-à-dire cervicale, des cornes utérines. La lumière du col de l'utérus présentant une série de chicanes dues à la présence de nombreux replis de la paroi, il est impossible, à la différence de la Vache, de déposer par voie cervicale, des spermatozoïdes dans l'utérus de la Brebis. Nous avons donc été conduits à opérer par laparatomie de Brebis anesthésiées.

Deux anesthésiques ont été utilisés : le Nesdonal et le chloral, ce dernier n'affectant pas le rythme des contractions des fragments d'utérus de Brebis anesthésiées (AMBACHE, HAMMOND, 1949). Il n'est pas question, en effet, d'avoir recours à l'éther ou à d'autres anesthésiques administrés par voie gazeuse, qui, par le goût désagréable communiqué à la viande, la rendent impropre à la consommation.

Avec le Nesdonal (THIBAULT, ORTAVANT, LAPLAUD, 1948), on fait une injection lente en intraveineuse, dans la veine jugulaire, d'une solution à 10 % de nesdonal et 10 % de glucose. Une quantité de 5 à 10 cc suffit pour provoquer rapidement le sommeil. L'anesthésie est maintenue en injectant en goutte à goutte une solution à 1 % de nesdonal et 10 % de glucose.

Le chloral inoculé en injection intraveineuse sous forme d'une solution à 20 % d'hydrate de chloral et 2 % de citrate de sodium, provoque le sommeil plus lentement que le nesdonal. La narcose est maintenue par injection goutte à goutte de la même solution de chloral.

L'animal anesthésié est maintenu sur le dos, les pattes de derrière fixées par deux cordes qui coulissent dans deux poulies fixées au plafond. Après avoir pratiqué une ouverture de 6 à 10 cm sur la ligne blanche, le train postérieur est levé, les épaules et la tête restant seules sur la table d'opération. Dans cette position, les viscères retombent, par leur propre poids, dégagant la partie postérieure de l'abdomen, donc le tractus génital qui est facilement accessible. La position de l'animal ne gêne guère la respiration, mais elle provoque fréquemment des vomissements qui peuvent entraîner la mort par obstruction de la trachée, si l'on ne prend soin de placer une sonde intratrachéale débouchant largement à l'extérieur.

En surveillant le rythme respiratoire et en réglant convenablement le débit du goutte à goutte, les syncopes sont rares et on obtient une narcose permettant facilement l'opération qui dure normalement 15 à 20 minutes, comprenant le dépôt des spermatozoïdes morts au bas des

cornes utérines au moyen d'une aiguille munie d'un mandrin, et la suture de la paroi médio-ventrale de l'abdomen, puis de la peau. L'anesthésie peut être prolongée si des observations ou des prélèvements doivent être effectués.

L'animal se réveille généralement 30 minutes à 1 heure plus tard, la fin de la narcose apparaissant plus vite après l'anesthésie au nesdonal.

Les Brebis, accouplées avant et après l'opération avec un Bélier vasectomisé, sont abattues 4 heures plus tard (l'anesthésique ayant, dans ces conditions, cessé d'agir depuis un certain temps).

La recherche des spermatozoïdes par la technique des frottis montre (tableau XVI) que les gamètes mâles sont dans tous les cas, et quel que soit l'anesthésique utilisé, présents tout au long des cornes utérines, le sommet étant toujours atteint. Les gamètes ont donc progressé par suite d'une intervention de l'utérus.

TABLEAU XVI

Anesthésique	Numéro Brebis	Nombre de spermatozoïdes		
		Bas des Cornes	Milieu des Cornes	Sommet des Cornes
Nesdonal	291	∞	49	8
Nesdonal	16	∞	35 ¹	10
Nesdonal	484	∞	∞	∞
Chloral.....	12	∞	∞	21
Chloral.....	243	∞	∞	32
Chloral.....	9	∞	∞	3

La même expérience a été réalisée sur des Brebis en milieu de diœstrus, en utilisant seulement le chloral (tableau XVII).

TABLEAU XVII

Anesthésique	Numéro Brebis	Côté	Nombre de spermatozoïdes		
			Bas des Cornes	Milieu des Cornes	Sommet des Cornes
Chloral	40	G	∞	0	0
		D	∞	29	0
Chloral	31	G	∞	0	0
		D	∞	0	0
Chloral	566	G	∞	154	4
		D	∞	135	0

Une remontée très faible de spermatozoïdes s'est produite, ceux-ci ayant atteint le milieu des cornes dans 3 cas sur 6 et n'étant parvenus au sommet que dans un seul cas, et en très petit nombre.

Ces résultats montrent donc que la progression des spermatozoïdes

morts dépendrait d'une activité de l'utérus, activité qui serait plus faible en milieu de diœstrus qu'en œstrus.

b) **Étude in vitro.** — Une étude *in vitro* a d'ailleurs permis de confirmer ces résultats.

Des tractus génitaux de 6 brebis, préalablement accouplées avec un bélier vasectomisé, sont mis en survie. Le prélèvement de l'organe est fait, aussitôt l'animal tué, le tractus étant sectionné au niveau de la partie cervicale. Pour chaque expérience, nous avons utilisé les deux cornes utérines. Chaque moitié supérieure du tractus est placée dans un cylindre qui communique avec un serpentin lui-même relié à un récipient contenant du Tyrode. Une deuxième tubulure du cylindre permet la vidange totale, un courant d'oxygène alimentant le milieu de survie par une troisième tubulure. Les deux cylindres et le serpentin, qui depuis le flacon de tyrode sert à les alimenter, baignent dans l'eau d'une cuve à thermostat, à la température de 38°5. La partie proximale du tractus, où sont déposés les spermatozoïdes, est ensuite ligaturée et fixée à l'extrémité d'une baguette de verre solidaire du bouchon qui obture la partie inférieure du cylindre. La trompe de Fallope ligaturée est libre, de telle sorte que le tractus puisse se contracter librement. Les opérations sont faites avec le maximum de soins et le minimum de manipulations pour éviter tout déplacement accidentel des spermatozoïdes.

La composition de la solution de Tyrode est la suivante :

Chlorure de Sodium	8 g
Chlorure de Potassium.....	0,20 g
Chlorure de Calcium.....	0,20 g
Chlorure de Magnésium	0,10 g
Phosphate monosodique.....	0,05 g
Bicarbonate de Sodium	1 g
Eau distillée	1 000 cc
Q.S.	

4 heures après la mise en place des organes dans la cuve à survie, ceux-ci sont prélevés, les trompes étant toujours maintenues à un niveau plus élevé que les cornes utérines, pour éviter toute erreur consécutive à une intervention de la pesanteur.

De la lecture des frottis, il ressort (tableau XVIII), que les résultats obtenus *in vitro* confirment ceux réalisés *in vivo*. Alors que dans les tractus génitaux de Brebis en œstrus, les spermatozoïdes sont retrouvés au sommet des cornes, ceux-ci ne sont jamais présents à la partie supérieure des cornes utérines de Brebis en diœstrus, la partie moyenne n'étant même atteinte que dans deux cas sur six.

c) **Interprétation des résultats.** — Ces résultats montrent donc que l'utérus joue un rôle dans le transit des spermatozoïdes du cervix à la jonction utéro-tubaire, les cornes utérines se comportant différemment pendant l'œstrus et le milieu du diœstrus.

Nous avons donc été conduits à étudier les contractions des cornes utérines à différents moments du cycle œstral. GUNN (1944), AMBACHE

et HAMMOND (1948), se sont, en effet, seulement attachés à étudier l'action de différentes substances sur l'utérus de Brebis gestantes ou en anœstrus.

TABLEAU XVIII

Moment du cycle sexuel	Numéro brebis	Nombre de spermatozoïdes			Côté
		Bas des cornes	Milieu des cornes	Sommet des cornes	
Œstrus	131	∞	∞	612	G
		∞	∞	2 216	D
Œstrus	171	∞	246	1	G
		∞	∞	72	D
Œstrus	494	∞	408	44	G
		∞	∞	240	D
Milieu	139	∞	0	0	G
Diœstrus		∞	0	0	D
Milieu	45	∞	0	0	G
Diœstrus		∞	300	0	D
Milieu	132	∞	0	0	G
Diœstrus		∞	6	0	D

Nous avons délaissé la technique du ballonnet utilisé par VAN DE-MARK et HAYS (1952) qui a le désavantage de distendre anormalement les cornes utérines. REYNOLDS (1949) signale les inconvénients de cette distension qui détermine une plus grande augmentation du volume intra-utérin que de la surface des cornes. Il en résulte qu'une faible contraction du myomètre d'un utérus distendu peut avoir un effet apparent plus grand qu'une très forte contraction d'un utérus moins distendu. L'opération, à pression et volume constants, ne crée pas en outre, des conditions expérimentales comparables, car on ne tient pas compte des variations de l'état physiologique de l'utérus. Dans certains cas, enfin, la distension de l'utérus peut même augmenter la contractilité du myomètre de façon réelle ou apparente (REYNOLDS, 1949).

Dans ces conditions, les contractions des cornes utérines, mises en survie, *in vitro*, sont enregistrées de la manière suivante : la région du tractus génital correspondant à la jonction utéro-tubaire est reliée par un fil, dont la tension est toujours la même, à un bras de levier portant un stylet dont les déplacements sont enregistrés sur un cylindre noirci.

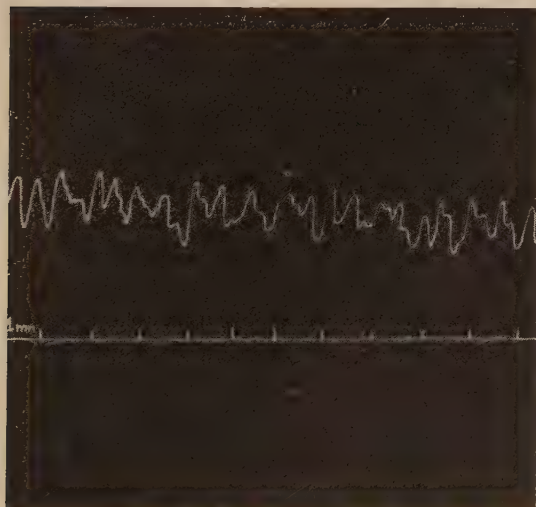
A partir d'un même animal, on peut donc réaliser deux enregistrements, un sur chaque corne utérine.

On constate (graphique 1) que les cornes utérines de Brebis en œstrus, présentent des contractions, au rythme de 2 à 3 par minute, des contractions de plus grande amplitude étant séparées par des plus petites.

En diœstrus, le rythme des contractions est sensiblement le même mais celles-ci sont beaucoup plus atténuées et de faible amplitude (graphique 2).



GRAPHIQUE. I.



GRAPHIQUE. II.

Cette différence d'importance des contractions utérines permet donc de penser que celles-ci, responsables du transport des spermatozoïdes morts du cervix à la jonction utéro-tubaire, assurent leur progression plus rapidement pendant l'œstrus qu'en milieu de diœstrus.

EVANS et MILLER (1936), CUPPS et ASDELL (1944) chez la Vache, KING (1927) chez la Truie, constatent aussi que l'activité de l'utérus, plus grande au moment de l'œstrus, diminue pour devenir faible, quelques jours après. HAYS et VAN DEMARK (1953) observent chez la Vache des petites contractions qui se produisent avec une assez haute fréquence pendant l'œstrus, tandis qu'en diœstrus ce sont des contractions de plus grande amplitude, mais plus espacées qui ont lieu. Pour ces auteurs, cependant, la progression des spermatozoïdes dépendrait d'une activité de l'utérus, due à une action de l'ocytocine sécrétée à la suite d'une excitation liée au coït. Si nous avons constaté comme ces auteurs que l'ocytocine provoque une augmentation de tonus de l'utérus en survie *in vitro*, aucune différence dans l'amplitude et la fréquence des contractions des cornes utérines de Brebis n'est observable *in vitro*, que les animaux aient été ou non accouplés avec un Bélier vasectomisé. La réaction de l'utérus à l'ocytocine *in vivo* cessant 1 à 3 minutes après le coït (VAN DEMARK et HAYS, 1952), il faut admettre comme ces auteurs, que les cornes utérines interviennent dans le transport des gamètes dans les 3 minutes qui suivent l'accouplement. Or, nous avons constaté non seulement que la montée des spermatozoïdes dans le tractus génital de la Brebis nécessite plusieurs heures, mais encore que le cervix n'est traversé qu'après 15 ou 30 minutes et par la seule motilité des spermatozoïdes. L'action directe de l'utérus mise en évidence ne peut donc se manifester chez la Brebis qu'une fois le cervix franchi par les spermatozoïdes.

Cette fonction des cornes utérines est d'ailleurs mise expérimentalement en évidence *in vitro*, par inhibition des contractions par le Nesdonal. A cet effet, une des cornes utérines d'un tractus génital sert à l'enregistrement des contractions, tandis que des spermatozoïdes morts sont déposés au bas de la 2^e corne, l'inhibition des contractions étant suivie sur la première (graphique III).

En fin d'expérience, une élimination du Nesdonal par lavage fait réapparaître les contractions de la corne qui est donc toujours en survie (graphique IV).

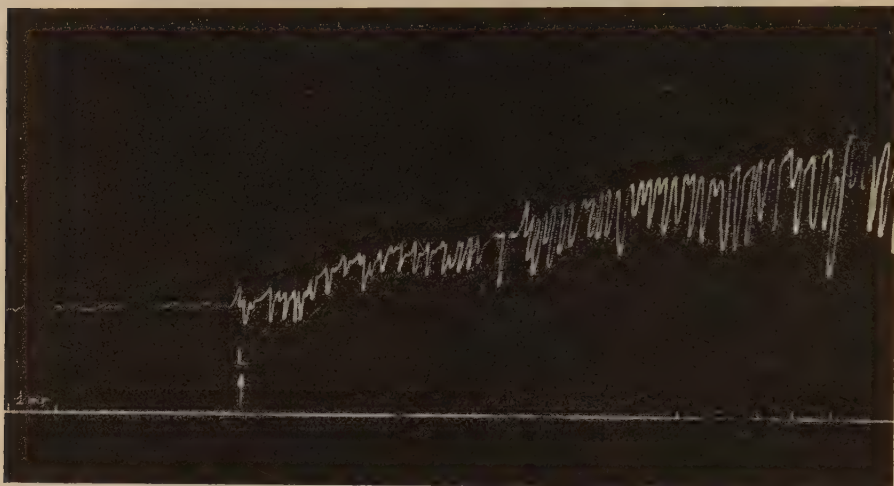
On constate (tableau XIX) qu'il ne se produit aucune progression des spermatozoïdes morts dans les cornes utérines de Brebis dont les contractions sont ainsi inhibées.

La seule intervention des contractions utérines de la Brebis peut donc expliquer le transport des spermatozoïdes de Bélier dans cette partie du tractus femelle. Ces contractions déterminent un brassage du contenu utérin, puisqu'en déposant des spermatozoïdes morts débarrassés de



GRAPHIQUE. III. — N = nesdonal (0,07 mgr par cc)

liquide spermatique au sommet des cornes de brebis en œstrus, *in vivo* et *in vitro*, ceux-ci sont retrouvés au bas des mêmes organes 4 heures après leur dépôt (tableau XX).



GRAPHIQUE. IV. — L = Lavage.

TABLEAU XIX

Numéro Brebis	Nombre de spermatozoïdes		
	Base des cornes utérines	Milieu des cornes utérines	Sommet des cornes utérines
108	∞	0	0
80	∞	1	0
82	∞	0	0
77	∞	0	0

TABLEAU XX

Technique	Numéro Brebis	Nombre de spermatozoïdes		
		Bas des cornes	Milieu des cornes	Sommet des cornes
« in vivo »	536	1 531	∞	∞
	834	49	476	∞
« in vitro »	972	15	218	∞
	616	689	∞	∞

Ces résultats confirment ceux obtenus par PARKER (1931) avec des spermatozoïdes vivants déposés à la partie supérieure des cornes utérines de lapines ; mais les arguments de cet auteur, attribuant à la seule motilité des spermatozoïdes leur déplacement, sont vraisemblable-

ment erronés, les contractions de l'utérus jouant un rôle capital dans ce phénomène constaté tout au moins chez la Brebis avec des spermatozoïdes morts.

Toutefois, les contractions utérines ne peuvent suffire à expliquer la progression des spermatozoïdes dans cette zone du tractus génital femelle, puisqu'il n'y a pas, en opérant avec des spermatozoïdes morts (tableaux XVI et XVIII), l'accumulation des gamètes mâles (fig. 4), mise en évidence avec les spermatozoïdes vivants dans l'étude sur leur vitesse de remontée.

On peut donc affirmer que si les contractions utérines suffisent à expliquer une progression des spermatozoïdes dans les cornes utérines de Brebis en œstrus, cette progression est également pour une certaine part sous la dépendance de la motilité propre des gamètes mâles.

III. — FACTEURS QUI CONDITIONNENT LA PROGRESSION DES SPERMATOZOÏDES AU NIVEAU DE LA JONCTION UTÉRO-TUBAIRE

1° Résultats antérieurs.

Il est curieux de constater que le mécanisme physiologique du transit des spermatozoïdes au niveau de la jonction utéro-tubaire, ait fait l'objet de peu de travaux. Cette fraction très brève, du tractus génital femelle, joue pourtant un rôle aussi important que le cervix dans la montée des gamètes mâles. Une très faible partie des spermatozoïdes accumulés, au sommet des cornes utérines, franchissent en effet cet étranglement, pour continuer leur progression dans les trompes de Fallope.

Ce sont surtout des études anatomiques de cette région qui ont été faites. KELLY (1928) indique qu'il y a, au niveau de la jonction utéro-tubaire, des replis muqueux, variables, en nombre et en dimensions, la corne utérine pouvant être considérée comme un prolongement direct de l'oviducte, à la façon du « pavillon d'une trompette ». LEE (1928), outre ces replis, signale chez un certain nombre d'espèces (Cobaye, Souris, Rate, Lapine...) la présence de couches musculaires circulaires suggérant l'existence d'un sphincter, une structure rappelant une valve interrompant la continuité entre les trompes et les cornes utérines (ANDERSEN, 1928) ; c'est ce que LÉONARD, PERLMAN (1949) appellent chez la Rate, la valve utéro-tubaire. Des études physiologiques ont visé à déterminer quantitativement les pressions nécessaires pour faire passer un fluide de l'utérus dans l'oviducte, le franchissement, en sens inverse, étant aisé. Les auteurs opèrent soit sur l'animal anesthésié, soit sur des organes prélevés après abattage.

Alors que PARKER (1931) prétend que le passage de particules inertes de l'utérus dans les trompes de Fallope est aisément obtenu chez

la Lapine, REYNOLDS (1930) opérant par fistule utérine de Lapines non anesthésiées, ne force la « jonction utéro-tubaire » qu'avec des pressions de 10 à 200 mm de mercure. ANDERSEN (1928) admet qu'il faut des pressions relativement faibles pour faire passer des fluides dans l'oviducte de la Vache ou de la Brebis. ALDEN (1943) chez la Rate, n'obtient ces résultats qu'avec des pressions plus élevées (51 mm de mercure pendant le préœstrus et le diœstrus) l'état de contraction de la jonction utéro-tubaire étant maximum pendant l'œstrus de la Rate (100 mm de mercure). LÉONARD et PERLMAN (1949) sur la Rate, à l'inverse de PARKER (1931) sur la Lapine, n'obtiennent pas la progression de particules inertes dans cet étranglement, et confirment le point de vue d'ALDEN (1943), la valve utéro-tubaire permet le passage des spermatozoïdes vivants seulement pendant l'œstrus et de 12 heures à 72 heures après. Pour LÉONARD et PERLMAN (1949), la motilité des spermatozoïdes de Rat est donc nécessaire au franchissement de cette zone. Une substance stimulerait localement une relaxation de la valve qui aurait une action sélective, puisque en mélangeant des spermatozoïdes étrangers à ceux du Rat, seuls, ceux-ci passent. En fait, on comprend mal cette sélectivité de la jonction utéro-tubaire, et il semble bien plus logique d'admettre que le comportement des spermatozoïdes étrangers, et en particulier, leur métabolisme, est différent de celui des spermatozoïdes de Rat. En effet, opérant sur la Brebis, PHILLIPS et ANDREWS (1937) rapportent au contraire que sur 3 Brebis inséminées (sur 7) ils obtiennent en mélangeant des spermes de bœuf et de rat, une remontée des spermatozoïdes des deux espèces, quoiqu'un peu moins rapide pour ceux de rat. Or, ces auteurs, contrairement à nos résultats, observent des spermatozoïdes de bœuf à la partie supérieure des trompes dès la 30^e minute après le coït.

2^o Recherches personnelles.

Des spermatozoïdes non séparés du liquide spermatique, mais tués par le froid, sont déposés, au travers de la paroi, au sommet des cornes utérines de Brebis en œstrus, accouplées ou non avec un Bœuf vasectomisé, anesthésiées au chloral et abattues 5 heures après le début de l'opération.

La recherche de spermatozoïdes par la technique des frottis a été abandonnée, la partie extérieure des trompes étant récupérée par raclage, comme le contenu tubaire. Dans ces conditions, les gamètes mâles qui peuvent être déposés accidentellement sur les oviductes au cours de l'opération, faussent les résultats. La réalisation de lames témoins par frottis de la paroi externe des fragments de trompes avant la récupération du milieu utéro-tubaire sur une deuxième lame, n'a pas amélioré les résultats. Devant l'incohérence de ceux-ci, la technique de perfusion a été utilisée.

La recherche des spermatozoïdes à différents niveaux des trompes de Fallope montre que les spermatozoïdes morts ne franchissent jamais la jonction utéro-tubaire. Aucun gamète n'est trouvé à un niveau supérieur à celui du dépôt (tableau XXI).

La même étude réalisée *in vitro*, sur des tractus génitaux en survie dans du Tyrode oxygéné à 38,5°C aboutit aux mêmes résultats : aucune progression des spermatozoïdes morts ne se produit (tableau XXI).

TABLEAU XXI

Technique	Numéro Brebis	Sommet des Cornes	3/5 médian Isthme	Haut Isthme Bas Ampoule	Haut Ampoule	Côté
Anesthésie Chloral	513	∞	o	o	o	G
		∞	o	o	o	D
	839	∞	o	o	o	G
		∞	o	o	o	D
	414	∞	o	o	o	G
		∞	o	o	o	D
Survie in vitro	182	∞	o	o	o	G
		∞	o	o	o	D
	318	∞	o	o	o	G
		∞	o	o	o	D
	195	∞	o	o	o	G
		∞	o	o	o	D

L'anesthésie, ou la survie, du tractus génital risquant d'avoir une action sur la perméabilité aux spermatozoïdes de la jonction utéro-tubaire, des expériences ont été reprises, *in vivo* et *in vitro*, en déposant au sommet des cornes utérines des spermatozoïdes très motiles, fraîchement éjaculés.

Les spermatozoïdes sont alors retrouvés dans la partie supérieure des trompes de Fallope de brebis anesthésiées, et dans l'isthme et la partie inférieure de l'ampoule (2 oviductes sur 4) de tractus génitaux mis en survie (tableau XXII).

TABLEAU XXII

Numéro Brebis	Technique	Côté	Sommet des Cornes	3/5 médian Isthme	Haut Isthme 1/2 inf. Amp.	1/2 sup. Ampoule
169	Anesthésie Chloral	G	∞	∞	22	6
		D	∞	1.392	28	o
158	Anesthésie Chloral	G	∞	1.441	6	19
		D	∞	2.163	1.149	25
141	Anesthésie Chloral	G	∞	2.711	2	o
		D	∞	1.218	134	1
513	Survie in vitro	G	∞	18	6	o
		D	∞	256	o	o
839	Survie in vitro	G	∞	525	3	o
		D	∞	40	o	o

La perméabilité aux spermatozoïdes vivants de la jonction utéro-tubaire de Brebis en œstrus existe donc, que l'on opère sur l'animal anesthésié ou sur l'appareil génital en survie, et son franchissement par les gamètes mâles ne peut être imputé qu'à leur propre motilité.

IV. — FACTEURS QUI CONDITIONNENT LA PROGRESSION DES SPERMATOZOÏDES DANS LES TROMPES DE FALLOPE

1^o Résultats antérieurs.

Les opinions les plus anciennement émises sur le mécanisme de progression des spermatozoïdes dans les trompes de Fallope attribuent un rôle important aux contractions tubaires et plus particulièrement aux mouvements antipéristaltiques (BISCHOFF, 1842 ; LEUCKARDT, 1853 ; LUDWIG, 1861). MIMURA (1941) opérant sur des poules anesthésiées à l'évipan sodique, constate que les spermatozoïdes de coq progressent plus rapidement *in vivo* que dans un milieu liquide, et en conclut qu'une intervention de l'oviducte est nécessaire pour expliquer cette différence de vitesse de progression. Étudiant le rôle des différents facteurs possibles mis en jeu (contractions des parois, attraction capillaire, action ciliaire, pression mutuelle des viscères), il constate que des particules inertes (Bleu de Méthylène, carbone) progressent également vers l'ovaire dans les régions présentant, ou non, des mouvements ciliaires. MIMURA (1941) en déduit que les contractions des parois musculaires de l'oviducte de la poule, notamment les mouvements antipéristaltiques, doivent être considérés comme le principal facteur assurant la remontée des gamètes mâles.

Chez d'autres espèces, des contractions tubaires ont d'ailleurs été mises en évidence ; WESTMAN (1926) signale une activité musculaire des trompes de Fallope, de Lapine, maxima pendant l'œstrus, quand il y a des follicules mûrs. De même, SECKINGER (1923) décrit *in vitro* des contractions rapides et petites de segments d'oviductes, de Truie en œstrus, contractions qui disparaissent après l'arrivée des œufs dans l'utérus. WISLOCKI et GUTTMACHER (1924) confirment ces résultats et montrent l'existence de variations cycliques des contractions tubaires chez la Truie, les plus accentuées se situant pendant l'œstrus. de La FUENTE (1951) tend à mettre en évidence une prédominance des mouvements péristaltiques dans l'isthme de la Femme, alors que l'ampoule est plutôt le siège de mouvements pendulaires.

Par contre, certains auteurs pensent que les spermatozoïdes progressent, en remontant contre un courant dirigé vers l'utérus et dû aux mouvements ciliaires, grâce à leur propriété rhéotactique (LOTT, 1872 ; ADOLPHI, 1905 ; HOEHNE, 1911 ; FELDMAN, 1920). Pour YAMANE et

ITO (1932) la rhéotaxie des spermatozoïdes d'Étalon n'est pas un phénomène d'orientation ; un contre-courant stimule les spermatozoïdes dont l'activité augmente. L'orientation des spermatozoïdes contre un courant et la rhéotaxie n'ont cependant d'après WALTON (1952) qu'un rôle hypothétique dans la progression des spermatozoïdes. PARKER (1931) prétend, lui, avoir observé chez la Tortue et la Pigeonne des mouvements ciliaires *ab ovarian* et une « bande discrète » de cils battant vers l'ovaire qu'il ne peut mettre en évidence chez la Lapine. D'après PARKER, les mouvements tubaires détermineraient l'existence de compartiments successifs et provisoires dans les trompes ; sur les bords existerait un courant dirigé vers l'utérus et au centre un contre-courant vers l'ovaire, qui déterminerait une progression des spermatozoïdes, avec l'aide de la pression des organes adjacents. PARKER (1931) signale en effet, contrairement à LOW (1902) et DEWITZ (1903) que les spermatozoïdes ne sont ni attirés, ni en contact avec la paroi tubaire.

2° Résultats personnels.

Dans une première expérience des spermatozoïdes tués par le froid, débarrassés du liquide spermatique, sont déposés au bas des trompes de Fallope de Brebis en œstrus, en opérant, soit *in vivo*, après anesthésie au chloral, soit *in vitro*, dans une cuve à survie. Le lieu de mise en place des spermatozoïdes déposés en très grand nombre (de l'ordre du million), est soigneusement déterminé par un point lâche de fil de soie autour de la trompe. *In vivo*, l'aiguille est introduite dans la paroi utérine, près du sommet des cornes et guidée au travers de la jonction utéro-tubaire, dans l'isthme où elle pénètre de 1 cm environ. Les spermatozoïdes sont expulsés par un mandrin, dont le bout, au moment du dépôt des spermatozoïdes, atteint juste l'amorce du biseau de l'aiguille. Les plus grandes précautions doivent être prises lors de la mise en place des gamètes mâles, pour en limiter, avec précision, le lieu de dépôt. Ainsi, on ne peut injecter du sperme avec une micropipette, les spermatozoïdes étant immédiatement disséminés le long de l'oviducte, comme nous l'ont montré des mises au point préalables.

Dans ces conditions (tableau XXIII), les spermatozoïdes morts sont retrouvés 5 heures après leur dépôt dans la partie supérieure de la plupart des isthmes utilisés, mais n'ont pas atteint l'ampoule, bien que le nombre introduit soit considérable.

Il y a donc une progression des spermatozoïdes dans les oviductes de Brebis en œstrus, indépendante de la motilité des gamètes mâles et qui serait due aux contractions tubaires ou aux battements des cils de l'épithélium des trompes de Fallope. Pour déterminer la part de chacun de ces facteurs, dans une deuxième expérience, des spermatozoïdes morts

TABLEAU XXIII

Technique	Numéro Brebis	Côté	½ supérieure Isthme	½ inférieure Ampoule	½ supérieure Ampoule
Survie in vitro	47	G	o	o	o
		D	o	o	o
	44	G	448	o	o
		D	654	o	o
	105	G	∞	o	o
		D	4	o	o
	195	G	317	o	o
		D	82	o	o
	739	G	44	o	o
		D	220	o	o
	53	G	o	o	o
		D	o	o	o
Anesthésie chloral	129	G	o	o	o
		D	o	o	o
	5	G	∞	o	o
		D	∞	o	o
	635	G	452	o	o
		D	814	o	o
	512	G	318	o	o
		D	715	o	o

sont déposés, selon la même technique, au bas de l'ampoule d'oviductes de Brebis en œstrus.

On constate que, dans ce cas, des spermatozoïdes sont retrouvés par perfusion, 5 heures plus tard, dans la partie inférieure de l'isthme, c'est-à-dire dans une zone plus éloignée de l'ovaire que leur lieu de dépôt. La progression des spermatozoïdes est donc indépendante du sens des mouvements ciliaires. KUO et LIM (1928) au contraire, ont montré qu'à la suite d'inversion de fragments d'oviductes de Lapines, la gestation est empêchée soit par arrêt de l'œuf, soit par une non-remontée des spermatozoïdes. Cette expérience a donc été reprise en inversant des fragments de 3 cm d'oviducte de Brebis. En opérant par laparatomie un segment d'oviducte est coupé, inversé et anastomosé, par 3 points de suture, aux extrémités opposées des sections laissées en place. Les Brebis accouplées avec un Bélier fécond, 6 mois après l'opération, pour que la cicatrisation des zones d'anastomose soit totale, sont abattues 5 à 6 jours après la fin des chaleurs. La recherche des spermatozoïdes est uniquement faite par examen des œufs, une remontée des spermatozoïdes étant admise quand l'étude histologique des œufs révèle leur fécondation. La perméabilité des trompes au niveau des zones de contact des segments inversés atteste de la continuité de la lumière tubaire.

La fécondation d'œufs situés au-dessus de la zone inversée (tableau XXIV) prouve également que les spermatozoïdes de Bélier peuvent franchir les segments d'oviducte inversés, leur progression étant donc bien indépendante du sens des mouvements ciliaires. Les essais négatifs observés par KUO et LIM (1928) ne peuvent donc être attribués à une impossibilité pour les spermatozoïdes de franchir des fragments inversés.

TABLEAU XXIV

*Nombre de brebis dont les œufs,
ne franchissant pas la zone inversée, sont fécondés.*

Isthme		Ampoule	
Témoin (section et suture dans la même position)	Inversion	Témoin (section et suture dans la même position)	Inversion
2 brebis sur 2	4 brebis sur 5	5 brebis sur 6	4 brebis sur 8

Il y a donc un brassage général dû aux mouvements ciliaires et musculaires ; toutefois, ce brassage dans la lumière des trompes ne peut suffire à expliquer la progression des spermatozoïdes. En effet, malgré le dépôt au bas de l'isthme d'un très grand nombre de spermatozoïdes morts, une infime proportion d'entre eux progresse dans la moitié supérieure de l'isthme, leur nombre étant le plus souvent inférieur à celui obtenu avec des spermatozoïdes vivants introduits seulement au sommet des cornes

TABLEAU XXV

Technique	Spermatozoïdes déposés	Numéro Brebis	Présence des spermatozoïdes			Côté
			Isthme	1/2 inf. Ampoule	1/2 supér. Ampoule	
In vitro	Vivants	513	+	+	—	G
			+	—	—	D
		839	+	+	—	G
			+	—	—	D
	Morts	47	—	—	—	G
			—	—	—	D
		44	+	—	—	G
			+	—	—	D
		105	+	—	—	G
			+	—	—	D
		195	+	—	—	G
			+	—	—	D
		739	+	—	—	G
			+	—	—	D
In vivo	Vivants	169	+	+	+	G
			+	+	—	D
		158	+	+	+	G
			+	+	+	D
		141	+	+	—	G
			+	+	+	D
	Morts	53	—	—	—	G
			—	—	—	D
		129	—	—	—	G
			—	—	—	D
		5	+	—	—	G
			+	—	—	D
		635	+	—	—	G
			+	—	—	D
		512	+	—	—	G
			+	—	—	D

utérines. D'autre part, le niveau atteint par les spermatozoïdes morts est nettement plus éloigné de l'ovaire (tableau XXV), que celui où sont dénombrés les spermatozoïdes vivants déposés pourtant plus bas.

Le facteur essentiel de la montée des spermatozoïdes dans cette partie du tractus paraît donc être la motilité propre des spermatozoïdes, les mouvements ciliaires ou musculaires n'intervenant que pour assurer un brassage général qui facilite leur dissémination.

RÉSUMÉ. CONCLUSIONS

L'observation méthodique de la montée des spermatozoïdes dans le tractus génital femelle nous a permis d'aboutir à la conclusion que la durée de transit des spermatozoïdes du vagin à la partie supérieure des trompes de Fallope de la Brebis et de la Vache est un phénomène relativement lent demandant environ 8 heures.

Les résultats obtenus par les différentes méthodes étant absolument concordants, on peut affirmer que la question de la durée de transit des spermatozoïdes dans le tractus génital femelle, qui a fait l'objet de travaux nombreux et contradictoires, est définitivement tranchée ; les migrations quasi instantanées, rapportées par certains chez les Ruminants, seraient très vraisemblablement dues à des erreurs expérimentales entraînant une pollution du matériel par des spermatozoïdes véhiculés accidentellement, comme nous en avons apporté la preuve directe.

L'analyse expérimentale des facteurs permettant ce transit a confirmé l'impossibilité physiologique d'une migration quasi instantanée. Ces facteurs nombreux, comme l'avaient laissé prévoir les travaux antérieurs, diffèrent, chez la Brebis, selon les niveaux du tractus.

La motilité propre des spermatozoïdes est indispensable pour le franchissement du cervix et de la jonction utéro-tubaire ; elle est nécessaire dans les trompes de Fallope où les mouvements ciliaires et les contractions musculaires sont également responsables de la diffusion des gamètes mâles.

Dans les cornes utérines, les contractions musculaires constituent le principal élément responsable de leur déplacement.

L'évaluation de la durée de transit des spermatozoïdes, chez la Brebis a permis la détermination exacte des durées du pouvoir fécondant des spermatozoïdes (30 heures) et de fécondité des ovocytes (15 heures).

Ce travail confirme ou précise, en outre, certains processus qui président à la rencontre des gamètes, et permettent une meilleure compréhension des phénomènes biologiques de la fécondation.

— Un très petit nombre des spermatozoïdes émis dans le vagin sont susceptibles d'atteindre l'œuf. Les zones du tractus où la progression des spermatozoïdes est tributaire de leur motilité, limitent le passage des gamètes mâles et entraînent un gaspillage énorme.

— Ainsi, en dépit de la multitude de spermatozoïdes déposés dans le vagin, on conçoit, vu le petit nombre de gamètes mâles qui arrivent dans les trompes, que la montée des spermatozoïdes puisse être, aussi

bien chez la Brebis que chez la Vache, un facteur limitant de succès d'une insémination. En effet, nous avons observé des cas de stérilité relative, la partie supérieure des trompes de Fallope n'étant pas atteinte par les spermatozoïdes. La connaissance des facteurs qui président à la progression des spermatozoïdes permet d'envisager une possibilité d'action sur chacun d'entre eux, et, par là même, une amélioration de la fertilité.

— La durée de survie des spermatozoïdes et des ovocytes laisse, par contre, une grande marge de sécurité dans la détermination du moment de l'insémination.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABARBANEL (A. R.). — Spermatozoa and cervical mucus. Dans Engle, The problem of fertility, 1 vol. Pinceton Univ. Press, 119-133, 1946.
- ADAMS (C. E.). — A study of fertilization in the Rabbit : the effect of post-coital ligation of the fallopian tube or uterine horns. *J. Endocrinol.*, **13**, 296-308, 1956.
- ADOLPHI (H.). — Die Spermatozoen der Säugetiere schwimmen gegen den Strom. *Anat. Anz.*, **26**, 549-559, 1905.
- ALDEN. — The utero-tubal junction in the albino rat. *Anat. Rec.*, **85**, 290-291, 1943.
- AMBACHE (N.), HAMMOND (J. jr.). — Activity and drug responses of the Sheep uterus in relation to reproductive condition. *J. Physiol.*, **108**, 270-277, 1949.
- ANDERSEN (D. H.). — Comparative anatomy of the tubo-uterine junction. Histology and physiology in the Sow. *Amer. J. Anat.*, **42**, 255-305, 1928.
- ANDERSON (J.). — Further investigations on artificial insemination of Sheep. *J. Agric. Sci.*, **31**, 354-369, 1941.
- ASDELL (S. A.), SALISBURY (G. W.). — The viability of spermatozoa in the abdominal epididymis and the failure of motile sperms to fertilize ova. *Amer. J. Physiol.*, **132**, 791-795, 1941.
- AUSTIN (C. R.). — Fertilization and the transport of gametes in the pseudo-pregnant Rabbit. *J. Endocrinol.*, **6**, 63-70, 1949.
- BERRANG (K.). — Schleimdurchdringungstermören der Spermien in vitro beim Rind. *Berl. Munch. Tierarztl. Wschr.*, **65**, 35, 1952.
- BESCHLEBNOV (A. V.). — The optimal time of inseminating Cows during œstrus. *Problemy Zhivotnovod.*, **2**, 73-88, 1938.
- BISCHOFF (T. L. W.). — Entwicklungsgeschichte des Kaninchen Eis-Braunschweig, 1842.
- BLANDAU (R. J.). — On the factors involved in sperm transport through the cervix uteri in the albino Rat. *Amer. J. Anat.*, **77**, 253-272, 1945.
- BLANDAU (R. J.), MONEY (W. L.). — Observations on the rate of transport of spermatozoa in the female genital tract of the Rat. *Anat. Rec.*, **90**, 255-260, 1944.
- BLANDAU (R. J.), ODOR (L.). — The total number of spermatozoa reaching segments of the reproductive tract of the Rat. *Anat. Rec.*, **103**, 93-110, 1949.
- BOYARSKY (L. H.), BAYLISS (H.), CASIDA (L. E.), MEYER (R. K.). — Influence of progesterone upon the fertility of gonadotrophin treated female Rabbits. *Endocrinology*, **41**, 312, 1947.
- BRADEN (A. W. H.). — Distribution of sperm in the genital tract of the female Rabbit after coitus. *Aust. J. Biol. Sci.*, **6**, 693-716, 1953.
- BREWSTER (J. E.), MAY (R.), COLE (C. L.). — The time of ovulation and rate of spermatozoa travel in Cattle. *Am. Soc. Anim. Prod. Proc.*, **33**, 304-310, 1940.
- BROUHA (L.), SIMMONNET (H.). — Influence du lavage par une solution physiologique sur le rythme spontané de l'utérus. *C. R. Soc. Biol.*, 154-155, 1927.
- BURCKHARDT (J.). — Sperm survival in the genital tract of the Mare. *J. Agric. Sci.*, **39**, 201-203, 1949.

- CHANG (M. C.). — Fertilization in relation to the number of spermatozoa in the fallopian tube of Rabbits. *Ann. Obstet. Gynecol.*, **7**, 918-925, 1951.
- CHANG (M. C.). — Fertilizability of rabbit ova and the effects of temperature *in vitro* on their subsequent fertilization and activation *in vitro*. *J. exp. Zool.*, **121**, 351-382, 1952.
- CHANG (M. C.), PINCUS (G.). — Physiology of fertilization in Mammals. *Physiol. Rev.*, **31**, 1-26, 1951.
- CLARK (R. T.). — Studies on the physiology of the reproduction in the Sheep. II. The cleavage stages of the Ovum. *Anat. Rec.*, **60**, 135-160, 1934.
- CLARK (A. J.), KNAUS (H. H.), PARKES (A. S.). — Estrus variations of uterine activity in the Rat. *J. Pharmacol. exper. therap.*, **26**, 359, 1925-1926.
- COURRIER (R.). — Cycle animal de la glande interstitielle du testicule des Cheiroptères. *C. R. Soc. Biol.*, **88**, 1923.
- COURRIER (R.). — Étude sur le déterminisme des caractères sexuels secondaires chez quelques Mammifères à activité testiculaire périodique. *Arch. Biol.*, **37**, 173, 1927.
- CUPPS (P. T.), ASDELL (S. A.). — Changes in the physiology and pharmacology of the uterine muscle of the Cow in relation to the oestrous cycle. *J. Animal. Sci.*, **3**, 251-359, 1944.
- CURTIS (V.), LAMBERT (W. V.). — A study of fertility in Poultry. *Poultry Sci.*, **8**, 142-150, 1929.
- DAUZIER (L.). — Recherches sur les facteurs de la remontée des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles (trompes de Fallope). Étude chez la Brebis. *C. R. Soc. Biol.*, **149**, 1941-1943, 1955.
- DAUZIER (L.). — Recherches sur les facteurs de la remontée des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles (cornes utérines). Étude chez la Brebis. *C. R. Soc. Biol.*, **149**, 1872-1874, 1955.
- DAUZIER (L.). — Recherches sur les facteurs de la remontée des spermatozoïdes dans les voies génitales femelles. Étude chez la Brebis (col de l'utérus). *C. R. Soc. Biol.*, **147**, 1556-1558, 1953.
- DAUZIER (L.), WINTENBERGER (S.). — Recherches sur la fécondation chez les Mammifères. La remontée des spermatozoïdes dans le tractus génital de la Brebis. *C. R. Soc. Biol.*, **146**, 67-70, 1952.
- DAUZIER (L.), WINTENBERGER (S.). — Recherches sur la fécondation chez les Mammifères. Durée du pouvoir fécondant des spermatozoïdes de Bélier dans le tractus génital de la Brebis et durée de la période de fécondité de l'œuf après l'ovulation. *C. R. Soc. Biol.*, **146**, 660-663, 1952.
- DAUZIER (L.), WINTENBERGER (S.). — Recherches sur la fécondation chez les Mammifères. La remontée des spermatozoïdes dans le tractus génital de la Brebis en dioestrus et anœstrus. *C. R. Soc. Biol.*, **146**, 663-665, 1952.
- DAUZIER (L.), WINTENBERGER (S.). — La vitesse de remontée des spermatozoïdes dans le tractus génital de la Brebis. *Ann. Zootechnie*, **1**, 13-22, 1952.
- DAUZIER (L.), WINTENBERGER (S.). — Analyse des conditions de la fécondation chez la Brebis. *2nd Insem. Congr. Phys. Path. Anim. Reprod. Artif. Ins.*, Copenhagen, 113-124, 1952.
- DAUZIER (L.), DU MESNIL DU BUISSON (F.). — La remontée des spermatozoïdes du Verrat dans le tractus génital de la Truie en œstrus. *C. R. Soc. Biol.*, **149**, 76-79, 1955.
- DAUZIER (L.), DU MESNIL DU BUISSON (F.). — Les spermatozoïdes dans l'appareil génital femelle (étude chez la Brebis, la Vache, la Truie). 2^e Congrès Mondial de la Fertilité et de la Stérilité, Naples, 1956 (sous presse), 1956.
- DAY (F. T.). — Survival of spermatozoa in the genital tract of the Mare. *Agric. Sci.*, **32**, 108-111, 1942.

- DEWITZ (J.). — Was veranlasst die Spermatozoen, in das Ei zu dringen. *Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abt.*, 100, 1903.
- DICKINSON (R. L.). — The control of contraception. 1 vol. William and Wilkins, Baltimore, 1931.
- ELFORD (F. C.). — Report from the Poultry division. *Rep. exp. Fms. Can.*, 1116, 1915.
- EVANS (E. J.). — The transport of spermatozoa in the Dog. *Amer. J. Physiol.*, 105, 287-293, 1933.
- EVANS (E. J.), MILLER (F. W.). — Uterine motility in the Cow. *Amer. J. Physiol.*, 116, 44-45, 1936.
- FARIS (E. J.). — Studies of reproduction in the albino Rat. *Anat. Rec.*, 84, 454 (abstract), 1942.
- FELDMAN (W. M.). — The principles of ante-natal and post-natal child physiology, pure and applied. 1 vol. (London), 1920.
- FERIN (J.). — Facteurs hormonaux et migration des spermatozoïdes dans l'utérus chez la Femme. *Ann. Endocrinol.*, 9, 77-83, 1948.
- FLOREY (H.), WALTON (A.). — Uterine fistula used to determine the mechanism of ascent of the spermatozoa in the genital tract. *Proc. Physiol. Soc. J. Physiol.*, 74, 5 pp., 1932.
- FUENTE (F. de la). — La motilité de la trompe de Fallope *in vitro*. *Rev. Fr. Gynecol. Obstetr.*, 78, 256-264, 1951.
- GENELL (S.). — Uterin-och vaginalmuskulaturens funktionella uppgifter iden icke-gravida organismen-1vol. gleeup-Lund (1937)
- GILBERT (A. G.). — Report of the Poultry manager. *Rep. exp. Fms. Can.*, 300, 1905.
- GREEN (W. W.), WINTERS (L. M.). — Studies on the reproduction in the Sheep. II. The time of ovulation and rate of sperm travel. *Anat. Rec.*, 61, 457-470, 1935.
- GUNN (J. A.). — The action of adrenaline and of choline-esters on the uterus of the Sheep. *J. Physiol.*, 103, 290-296, 1944.
- HAMMOND (J.). — The fertilization of Rabbit ova in relation to time : a method of controlling the litter size, the duration of pregnancy and the weight of young at birth. *J. exper. Biol.*, 11, 140-161, 1934.
- HAMMOND (J.). — Recent scientific research on Horse breeding problems. *Trans. Yorks. Agric. Soc.*, 95, 11, 1938.
- HAMMOND (J.), ASDELL (S. A.). — The vitality of the spermatozoa in the female and the male reproductive tract. *Br. J. exp. Biol.*, 4, 155-185, 1926.
- HAMMOND (J.), WALTON (A.). — Notes on ovulation and fertilization in the Ferret. *J. exp. Biol.*, 11, 307-327, 1934.
- HARTMAN (C. G.), BALL (J.). — On the almost instantaneous transport of spermatozoa through the cervix and the uterus in the Rat. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 28, 312-314, 1930.
- HAYS (R. L.), VAN DEMARK (N. L.). — Stimulatory action of breeding on the release of oxytocin as measured by intrammary pressure. *J. Dairy Sci.*, 34, 496, 1951.
- HAYS (R. L.), VAN DEMARK (N. L.). — Uterine motility responses to mating. *Amer. J. Physiol.*, 170, 518-521, 1952.
- HAYS (R. L.), VAN DEMARK (N. L.). — Spontaneous motility of the Bovine uterus. *Amer. J. Physiol.*, 172, 553-556, 1953.
- HAYS (R. L.), VAN DEMARK (N. L.). — Effects of oxytocin and epinephrine on uterine motility in the Bovine. *Amer. J. Physiol.*, 172, 557-560, 1953.
- HAYS (R. L.), VAN DEMARK (N. L.). — Effect of stimulation of the reproductive organs of the Cow on the release of an oxytocin like substance. *Endocrinology*, 52, 634-637, 1953.
- HEAPE (W.). — The artificial insemination of Mares. *Veter.*, 71, 202, 1898.

- HEAPE (W.). — Ovulation and degeneration of ova in the Rabbit. *Proc. Roy. Soc., Ser. B*, **76**, 260-268, 1905.
- HENSEN (V.). — Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens. *Zeitschr. Anat. Entwickl.*, **1**, 213-273, 1876.
- HOEHNE (O.). — Ueber die Flimmerung im Genitalapparat mit bes. Berücksichtigung des Eitransports. *Verhandl. deutsch. Ges. Geburtsh. Gynäk.*, **817**, 1911.
- HUEHNER (H.). — Sterility in the male and female, and its treatment. 1 vol. Retman Co, New York, 1913.
- KELLEY (R. B.). — Studies in fertility of Sheep. *Bull. Coun. Sci. industr. Res. Austr.*, n° 112, 1937.
- KELLY (G. L.). — The utero tubal junction in the Guinea-pig. *Amer. J. Anat.*, **40**, 373-385, 1928.
- MCKENZIE (F. F.), TERRILL (C. E.). — Oestrus, ovulation and related phenomena in the Ewe. *Res. Bull. Agric. St. Missouri*, n° 264, 88 pp., 1937.
- KING (J. L.). — Observations on the activity and working power of the uterine muscle of the non pregnant Sow. *Amer. J. Physiol.*, **81**, 725-737, 1927.
- KIRILLOV (V.). — The organization of two Lamb crops in a year. *Sovhoz. Proizvod.*, **12**, 34, 1944.
- KOZLOVA (V. M.). — Doses optimales du sperme entier au cours de l'insémination des Vaches. Problèmes de l'élevage, n° 45, 1935.
- KREHBIEL (R. H.), CARSTENS (H. P.). — Roentgen studies of the mechanism involved in sperm transportation in the female Rabbit. *Amer. J. Physiol.*, **125**, 571-577, 1939.
- KUO (Y. U.), LIM (R. K. S.). — On the mechanism of the transportation of ova. *Chin. J. Physiol.*, **2**, 389-398, 1928.
- LAING (J. A.). — Observations on the survival time of the spermatozoa in the genital tract of the Cow and its relation to fertility. *J. Agric. Sci.*, **35**, 72-83, 1944.
- LAING (J. A.). — Observations on the characteristics of the semen in relation to fertility in the Bull. *J. Agric. Sci.*, **35**, 1, 1945.
- LAMAR (J. K.), SHETTLES (L. B.), DELFS (E.). — Cyclic penetrability of human cervical mucus to spermatozoa *in vitro*. *Amer. J. Physiol.*, **129**, 234, 1940.
- LEE (F. C.). — The tubo-uterine junction in various animals. *Bull. Johns Hopkins Hosp.*, **42**, 335-357, 1928.
- LEONARD (S. L.). — The reduction of uterine sperm and uterine fluid in fertilization of Rat ova. *Anat. Rec.*, **106**, 607-615, 1950.
- LEONARD (S. L.), PERLMAN (P. L.). — Conditions affecting the passage of spermatozoa through the utero tubal junction of the Rat. *Anat. Rec.*, **104**, 89-102, 1949.
- LEUCKARDT (R.). — Zeugung. In *Wagner's Handwörterbuch der Physiologie*, **4**, 707, 1853.
- LEWIS (W. H.). — The vitality of reproductive cells. *Bull. Okla. Agric. exp. Sta.*, **96**, 3, 1911.
- LEWIS (W. H.), WRIGHT (E. S.). — On the early development of the Mouse egg. *Contr. Embryol. Carnegie Inst.*, **25**, 113-141, 1935.
- LIM (R. K. S.), CHAO (C.). — On the mechanism of the transportation of ova. I. Rabbit uterus. *Chin. J. Physiol.*, **1**, 175-198, 1927.
- LIM (R. K. S.), CHAO (C.). — Observations on the « reversed » uterine horn of the Rabbit. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, **23**, 668-669, 1926.
- LLOYD-JONES (O.), HAYS (F. A.). — The influence of excessive sexual activity of male Rabbits. I. On the properties of the seminal discharge. *J. exp. Zool.*, **25**, 463, 1918.
- LONG (J. A.), EVANS (H. M.). — The oestrous cycle in the Rat and its associated phenomena. *Mem. Univ. Calif.*, **6**, 1-148, 1922.

- LOPYRIN (A. I.), LOGINOVA (N. V.). — Vitesse de remontée et temps de survie des spermatozoïdes dans le tractus génital de la Brebis. *Sovetsk, Zootech.*, n° **2,3**, 144-149, 1939.
- LOTT (G.). — Zur Anatomie und Physiologie des Cervix uteri. *F. Enke, Erlanger*, **9**, 150 pp., 1872.
- LOW (O.). — Die Chemotaxis des Spermatozoen im weiblichen genital tract. *Sitz. Berich. Hatten. Naturwiss. Class.*, **111**, 118-182, 1902.
- LUDWIG (C.). — Lehrbuch der Physiologie des Menschen. (Leipzig), 1861.
- MARSHALL (F. H. A.). — The physiology of reproduction. 1 vol. Longmans, Green and Co, London, 867 pp., 1922.
- MARTIN (A.). — Handbuch der Krankheiten der weiblichen Adnexorgane. (Leipzig), 1895.
- MERTON (H.). — Studies on reproduction in the albino Mouse. II. Contributions on the maturation of the sperm cells. *Proc. Roy. Soc., Sér. B*, **59**, 145-152, 1939.
- MIMURA (H.). — Studies on the mechanism of travel of spermatozoa through the oviduct in the domestic female Fowl. *J. Dept. Agric. Univ. Imp. Kiou Sion*, **5**, 265-269, 1941.
- MURPHEE (R. L.), BLACK (W. G.), OTTO (G.), CASIDA (L. E.). — Effect of site of insemination upon the fertility of gonadotrophin treated Rabbits of different reproductive stages. *Endocrinology*, **49**, 474-480, 1951.
- MURPHEE (R. L.), WARWICK (E. J.), CASIDA (L. E.), McSHAN (W. H.). — Influence of reproductive stage upon the fertility of gonadotrophin treated female Rabbits. *Endocrinology*, **41**, 308-311, 1947.
- NICOLAIDES (C.). — Fertility studies in Poultry. *Poultry Sci.*, **13**, 178-183, 1934.
- ORTAVANT (R.), THIBAUT (C.), WINTENBERGER (S.). — Contribution à l'étude de la superovulation expérimentale chez la Brebis. *Ann. Endocrinol.*, **10**, 170-173, 1949.
- PARKER (G. H.). — The passage of spermatozoa and ova through the oviducts of the Rabbit. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, **27**, 826, 1930.
- PARKER (G. H.). — The passage of sperms and of eggs through the oviducts in terrestrial vertebrates. *Philos. Trans. Roy. Soc. London, Sér. B*, **219**, 381-419, 1931.
- PHILIPS (A. G.). — Brief study of the mating of Fowls with a test of the value of a single mating. *J. Amer. Assoc. Inst. and Invest. of Poultry Husb.*, **4**, 30, 1918.
- PHILLIPS (R. W.), ANDREWS (F. N.). — The speed of travel of the Ram spermatozoa. *Anat. Rec.*, **68**, 127-132, 1937.
- POLOVCEVA (V. V.). 1938. — Dokl. Akad. seljskohoz Nank, 43 15-16, dans LAING (J. A.), 1944.
- POMMERENKE (W. T.), VIERGIVER (E.). — Cervical mucus and the menstrual cycle. In *The problems of fertility*, Engle. London, 102-118, 1946.
- POMPEN (A. W. H.). — De Invloed van Menformon op de Baarmoeder. Thesis, Amsterdam, 1933.
- QUINLAN (J.), MARE (G. S.), ROUX (L. L.). — The vitality of the spermatozoa in the genital tract of the Merino ewe, with special reference to its practical application in breeding. *XVIIIth Rep. Direction Vet. Ser. Anim. Indust. Union of South Africa*, **2**, 831-870, 1932.
- REDENZ (E.). — Das Verhalten der Säugetierspermatozoen zwischen Begattung und Befruchtung. *Z. Zellforsch. Mikros. Anat.*, **9**, 734, 1929.
- REYNOLDS (S. R.). — Studies on the uterus. I. A method for recording uterine activity in chronic experiments on unanesthetized animals. *Amer. J. Physiol.*, **92**, 420-429, 1930.
- REYNOLDS (S. R.). — Physiology of the uterus. 2nd ed. Paul B. Hoeber, Inc. New York, 567 pp., 1949.

- REYNOLDS (S. R.), FRIEDMAN (M. H.). — Studies on the uterus. II. The activity of the uterine fistula in unanesthetized rabbit following coitus and during pseudopregnancy. *Amer. J. Physiol.*, **94**, 696, 1930.
- ROBINSON (I. J.). — Reproduction in the Ewe. *Biol. Rev.*, **26**, 121-157, 1951.
- ROSSMAN (T. J.). — Uterine contractions and the transport of sperm in the rat. *Anat. Rec.*, **79**, 133-149, 1937.
- ROWSON (L. E.). — The movement of radioopaque material in the bovine uterine tract. *Brit. vet. J.*, **111**, 334-342, 1955.
- SAGER (V.), LEONARD (S. L.). — Relation of oestrin and pregnancy urine hormone in influencing uterine motility. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, **35**, 242, 1936.
- SALISBURY (G. W.), VAN DEMARK (N. L.). — Physiological basis for site of semen deposition and procedure in artificial insemination of Cattle. *The 11th Intern. Congress. Physiol. Path. Animal Reprod. Artif. Insem. Copenhagen*, 99-106, 1952.
- SAN MARTIN (F. M.). — Some experiments on reproduction activity. *Thesis, Fac. Med. Univ. Nac. Mayor San Marcos, Lima* Gopp. (A.B.A., **20**, 257, 1952), 1951.
- SCHOTT (R. G.), PHILLIPS (R. W.). — Rate of sperm travel and the time of ovulation in Sheep. *Anat. Rec.*, **79**, 531-540, 1941.
- SECKINGER (D. L.). — Spontaneous contractions of the fallopian tubes of the domestic Pig with reference to the oestrous cycle. *Bull. Johns Hopkins Hosp.*, **34**, 236, 1923.
- SEGUY (J.), VIMEUX (J.). — Contribution à l'étude des stérilités inexplicées : étude de l'ascension des spermatozoïdes dans les voies génitales basses femelles. *Gynecol. et Obstetr.*, **27**, 346-358, 1934.
- SIMMS (J. M.). — Clinical notes on uterine surgery. William Wood and Co, New York, 1886.
- SKATKINE (P. N.), RUMJANTZEWA (E. U.). — Vitesse de déplacement des spermatozoïdes dans les organes femelles sexuels. *Rap. Acad. Sov. Lénine Sc. Agron.*, **10**, 1948.
- SODERWALL (A. L.), BLANDAU (R. J.). — The duration of the fertilizing capacity of spermatozoa in the female genital tract of the Rat. *J. Exp. Zool.*, **88**, 55-63, 1941.
- STARKE (N. C.). — The sperm picture of Rams of different breeds. II. The rate of sperm travel in the genital tract of the Ewe. *Onderstepoort J. Vet. Sci. and Anim. Ind.*, **22**, 415-425, 1949.
- STEINACH (E.). — Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie der accessorischen Geschlechtsdrüsen. *Pfugers Arch.*, **56**, 304-334, 1894.
- TALMEY (B. S.). — Birth control and the physician. *New York Med.*, **5**, **105**, 1185, 1917.
- THIBAUT (C.). — L'œuf des mammifères. Son développement parthénogénétique. *Ann. Sc. Nat. Zool.*, Ser. XI, 136-219, 1949.
- THIBAUT (C.), ORTAVANT (R.), LAPLAUD (M.). — Recherches sur la super-ovulation expérimentale chez la Brebis. *Ann. Endocrinol.*, **9**, 83-89, 1948.
- THIBAUT (C.), ORTAVANT (R.), LAPLAUD (M.). — Utilisation du nesdonal comme anesthésique chez le Mouton. Comparaison de son action avec celle de l'évipan et du chloral. *C. R. Soc. Biol.*, **142**, 20-22, 1948.
- TRIMBERGER (G. W.), DAVIS (H. P.). — Conception rate in dairy Cattle by artificial insemination at various stages of oestrus. *Res. Bull. Neb. Agric. exp. Sta.*, n° 129, 1943.
- VAN DEMARK (N. L.). — Motility patterns in the female reproduction tract. *J. Sci. Iowa State*, **28**, 107-118, 1953.
- VAN DEMARK (N. L.). — Spermatozoa in the female genital tract. 2^e Congrès Mondial de la Fertilité et de la Stérilité, Naples, 1956, sous presse, 1956.

- VAN DEMARK (N. L.), HAYS (R. L.). — Uterine motility responses to mating. *Amer. J. Physiol.*, **170**, 518-521, 1952.
- VAN DEMARK (N. L.), MOELLER (A. N.). — Spermatozoan transport in the reproductive tract of the Cow. *J. Dairy Sc.*, **33**, 390-391, 1950.
- VAN DEMARK (N. L.), MOELLER (A. N.). — Speed of spermatozoa transport in reproductive tract of oestrous Cow. *Amer. J. Physiol.*, **165**, 674-679, 1951.
- VANDESPLACHE (M.), PAREDIS (E.). — Preservation of the fertilizing capacity of Bull semen in the genital tract of the cow. *Nature*, **162**, 813, 1948.
- VAN DRIMMELEN (G. C.). — Artificial breeding of Poultry. *The J. of South Africa. Vet. Med. Assoc.*, **18**, 39-44, 1947.
- WALKER (G.). — The effect on breeding of the removal of the prostate gland or of the seminal vesicles, or of both together with observations on the conditions of the testes after such operations on white Rats. *Johns Hopkins Hosp. Rep.*, **16**, 223-255, 1911.
- WALTON (A.). — The effect of temperature on the survival *in vitro* of Rabbit spermatozoa obtained from the vas deferens. *Br. J. exp. Biol.*, **7**, no 2, 1930.
- WALTON (A.). — Flow orientation as a possible explanation of « wave motion » and « rheotaxis » of spermatozoa. *J. exp. Biol.*, **29**, 520-531, 1952.
- WARREN (M. R.). — Observations on the uterine fluid of the Rat. *Amer. J. Physiol.*, **122**, 602-608, 1938.
- WESTMAN (A. A.). — A contribution to the question of the transit of the ovum from the ovary to the uterus in Rabbits. *Acta Obst. Gynec. Scand.*, **5**, 7, 1926.
- WESTMAN (A.). — Untersuchungen über die Physiologie der Tuba uterina bei *Macacus rhesus*. *Acta. Obst. Gynecol. Scand.*, **8**, 307, 1929.
- WHITNEY (L. F.). — The mating cycle of the Dog. *Chase Mag.*, 1927.
- WIJSENBECK (I. A.), GREVENSTUK (A.). — Over de bewegingen van de barmoeder. (waarnemingen aan het zwangere, barende en puerperale orgaan). *Nederl. Tijdschr. Geneesk.*, **66**, 2155-2164, 1922.
- WINTENBERGER (S.). — Recherches sur les relations entre l'œuf et le tractus maternel pendant les premiers stades du développement chez les mammifères. Étude de la traversée de l'oviducte par l'œuf fécondé de Brebis. *Ann. Zootechnie*, **3**, 269-273, 1953.
- WISLOCKI (G. M.), GUTTMACHER (A. F.). — Spontaneous peristaltic of the excised uterus and fallopian tubes of the Sow with reference to the ovulation cycle. *Bull. Johns Hopkins Hosp.*, **35**, 246-252, 1924.
- YAMANE (J.), ITO (T.). — Ueber die Geschwindigkeit der Pferdespermatozoen in stromenden und nichtstromenden Flüssigkeiten, 1932.
- YOCHEM (D. E.). — Spermatozoon life in the female reproductive tract of the Guinea pig and the Rat. *Biol. Bull.*, **56**, 274-297, 1939.

TABLES DES MATIÈRES

Introduction

CHAPITRE PREMIER

TECHNIQUES UTILISÉES DISCUSSION DE LEURS CONDITIONS D'EMPLOI

I. — Étude des techniques utilisées antérieurement	11
II. — Techniques utilisées.....	12
III. — Valeur des techniques utilisées.....	14
1 ^o Comparaison de plusieurs méthodes au niveau des trompes de Fallope.....	14
2 ^o Nombre de frottis nécessaires pour les pavillons et l'utérus.	15

CHAPITRE II

LA MONTÉE DES SPERMATOZOÏDES DANS LE TRACTUS GÉNITAL FEMELLE (ÉTUDE CHEZ LA BREBIS ET LA VACHE)

I. — Données bibliographiques	17
II. — Recherches personnelles.....	19
1 ^o Étude chez la Brebis :	
a) Vitesse de montée des spermatozoïdes.	19
b) Preuve expérimentale	22
c) Nombre de spermatozoïdes aux différents niveaux du tractus génital.....	23
2 ^o Étude chez la Vache :	
a) Vitesse de montée des spermatozoïdes.	25
b) Nombre de spermatozoïdes aux différents niveaux du tractus génital.....	25
III. — Discussion	27

CHAPITRE III

**SURVIE ET POUVOIR FÉCONDANT DES SPERMATOZOÏDES
DANS LE TRACTUS GÉNITAL FEMELLE
(ÉTUDE CHEZ LA BREBIS)**

I. — Données bibliographiques	29
II. — Recherches personnelles	31
1° Maintien du pouvoir fécondant des spermatozoïdes de Bélier dans le tractus génital de la Brebis	31
2° Durée de la période de fécondité des ovocytes de Brebis ..	32
3° Survie et résorption des spermatozoïdes de Bélier dans le tractus génital de la Brebis	33

CHAPITRE IV

**MÉCANISMES PHYSIOLOGIQUES DE LA MONTÉE DES SPERMATOZOÏDES DANS LE TRACTUS GÉNITAL FEMELLE
(ÉTUDE CHEZ LA BREBIS)**

I. — Étude de la montée des spermatozoïdes dans le cervix	34
1° Documentation bibliographique	34
2° Résultats personnels	36
II. — Facteurs qui conditionnent la progression des spermatozoïdes dans l'utérus	40
1° Bibliographie	40
2° Recherches personnelles :	
a) Étude <i>in vivo</i>	43
b) Étude <i>in vitro</i>	45
c) Interprétation des résultats	45
III. — Facteurs qui conditionnent la progression des spermatozoïdes au niveau de la jonction utéro-tubaire	51
1° Résultats antérieurs	51
2° Recherches personnelles	52
IV. — Facteurs qui conditionnent la progression des spermatozoïdes dans les trompes de Fallope.	54
1° Résultats antérieurs	54
2° Résultats personnels	55

RÉSUMÉ — CONCLUSIONS

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté :

PHYSIOLOGIE NERVEUSE DE LA RUMINATION

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 24 février 1958

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

J. PÈRES

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

*Pour le Recteur,
de l'Académie de Paris,*

J. SARRAILH

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher), France. — 24-4-1958.

Dépôt légal : 2^e trimestre 1958

N^o d'impression : 968

